

В. Томсон

Строение материи
Популярные лекции и речи

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 53
ББК 22.3
В11

В11 **В. Томсон**
Строение материи: Популярные лекции и речи / В. Томсон – М.: Книга
по Требованию, 2021. – 400 с.

ISBN 978-5-458-26583-6

ISBN 978-5-458-26583-6

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВІЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНІЮ.

Съ любезнаго разрѣшенія лорда Рэля, недавно появившійся мемуаръ его, заключающій въ себѣ описаніе измѣренія количества масла, достаточныхъ для прекращенія движеній камфары на водѣ, помѣщенъ въ этомъ второмъ изданіи, какъ прибавленіе къ статьѣ «Капиллярное притяженіе». Онъ имѣетъ также большое значеніе при сопоставленіи со статьей «О величинѣ атомовъ», находящейся въ другой части книги.

Я присоединилъ къ статьѣ, озаглавленной: «Шаги къ кинетической теоріи матеріи», прибавленіе, которое можетъ быть прочтено съ интересомъ и, можетъ быть, даже съ нѣкоторой степенью удовольствованія всѣми тѣми, кто могъ бы признать, что на кинетическую теорію газовъ брошена тѣнь тѣмъ предполагаемымъ затрудненіемъ, которое выставлено въ этой статьѣ.

Третій томъ, обѣщанный въ предисловіи къ первому изданію перваго тома, будетъ по типографскимъ причинамъ выпущенъ въ свѣтъ послѣ перваго тома. Онъ теперь весь въ печати и появится почти немедленно. Второй томъ будетъ, я надѣюсь, опубликованъ черезъ годъ, или два.

Вилльямъ Томсонъ.

Университетъ, Глазго.

16 Февр. 1891.

ПРЕДИСЛОВІЕ ПЕРЕВОДЧИКА.

Настоящій переводъ сдѣланъ со второго англійскаго изданія (London, 1891), причемъ, ввидѣ прибавленій, по образцу французскаго перевода («Conferences scientifiques et allocutions, traduites et annotées sur la deuxième édition par P. Lügol, agrégé des sciences physiques, professeur au Lycée de Pau, avec des extraits des mémoires récents de sir W. Thomson et quelques notes par M. Brillouin, maître de conférences à l'école normale. Constitution de la matière. Paris, 1893»), переведено нѣсколько научныхъ работъ сэра В. Томсона, относящихся, главнымъ образомъ, къ его оригинальной теоріи строенія матеріи (см. прим. 1 на стр. 169) — переведено, большею частью, съ тѣми же сокращеніями, какъ и во французскомъ изданіи.

Изъ французскаго изданія заимствованы также многія примѣчанія (изъ числа помѣченныхъ словами «*прим. перев.*» = «*примѣчанія переводчиковъ*»), а именно, М. Бриллюэну принадлежатъ: примѣчаніе 1 на стр. 122; 1, 123; 1, 160; 1, 169; 1, 193; 1, 196; 1 (часть), 203; 1, 206; 1, 225; 1, 291; 3, 303; 1, 322; 2, 325; 1, 331; 1, 339; 1, 364; 1, 370, а П. Люголю — примѣчанія 2 и 3 на стр. 70; 2, 71; 1, 89; 1, 90; 1, 108; 4, 156; 2, 188; 1, 191; 2, 214; 1, 253; 1, 266; 1 и 271, 1, 278; 2 и 3, 313; 1, 315 (курсивомъ обозначены передѣланные примѣчанія, — остальные переведены).

Считаю долгомъ извиниться передъ читателями за шерохо-

ватость и мѣстами неясность перевода, происшедшія отчасти
отъ стремленія быть возможно ближе къ подлиннику, отав-
чающемуся, при удивительномъ изобиліи глубокихъ мыслей,
шероховатостью и иногда большою сжатостью изложенія.

Б В.

С.-Петербургъ
Іюль 1894.



ПОПУЛЯРНЫЯ ЛЕКЦІИ И РѢЧИ.

Капиллярное притяженіе.

(Пятничное вечернее чтеніе въ Королевскомъ Институтѣ, 29 января 1886)
[Proc. Roy. Inst., т. XI, ч. III ¹⁾].

Свойство тяжести матеріи извѣстно столько тысячъ лѣтъ, сколько живутъ на землѣ люди и философы, но до открытія Ньютономъ всемірнаго тяготѣнія никто не подозрѣвалъ и не воображалъ, что тяжесть зависитъ отъ дѣйствія на разстояніи между двумя частями матеріи. Электрическія притяженія и отталкиванія и магнитныя притяженія и отталкиванія уже втеченіе двухъ или трехъ тысячъ лѣтъ знакомы натуралистамъ и философамъ. Джилльбертъ, показавъ, что земля, дѣйствуя, какъ большой магнитъ, является причиной того что стрѣлка компаса указываетъ на сѣверъ, расширилъ тѣмъ самымъ общее мнѣніе относительно разстояній, на которыхъ магниты могутъ оказывать замѣтное дѣйствіе. Но ни онъ, ни кто другой не высказалъ мысли, что вѣсъ есть результатъ взаимныхъ притяженій между всѣми частями тяжелаго тѣла и всѣми частями земли, и никому не приходило въ голову предположить, что различныя части матеріи на поверхности земли, или даже болѣе почтенныя массы, называемыя небесными тѣлами, взаимно притягиваютъ другъ друга. Самъ Ньютонъ не далъ ни одного доказательства, основаннаго на опытѣ или на наблюденіи, для взаимнаго притяженія между какими нибудь

¹⁾ 483—507; Nature, 34, 270—2, 290—4, 366—9, 1886.

(Прим. перев.).

такими двумя тѣлами, которыя оба были бы меньше луны. Самое незначительное изъ дѣйствій тяготѣнія, включенное имъ въ выводимыя изъ наблюденій основанія его теоріи, было дѣйствіе луны на воды океана,—дѣйствіе, которымъ производятся приливы; но индуктивное заключеніе Ньютона, что тяжесть куска вещества на поверхности земли есть результатъ притяженій этого куска всѣми частями земли,—притяженій, дѣйствующихъ обратно пропорціонально квадратамъ разстояній,—дѣлало въ высшей степени вѣроятнымъ и то, что куски вещества, находящіеся на разстояніи нѣсколькихъ футовъ или нѣсколько дюймовъ, притягиваютъ другъ друга по тому же закону зависимости отъ разстояній, и великолѣпные опыты Кэвендиша оправдали это послѣднее заключеніе. Но перейдемъ теперь къ предмету нашихъ занятій на сегодняшній вечеръ. Продолжаетъ ли это притяженіе между любой частицей матеріи въ одномъ тѣлѣ и любой частицей матеріи въ другомъ—измѣняться обратно пропорціонально квадрату разстоянія, когда разстояніе между ближайшими точками двухъ тѣлъ уменьшается до одного дюйма [опыты Кэвендиша не доказываютъ этого, но дѣлаютъ это чрезвычайно вѣроятнымъ ¹⁾], или до одного сантиметра, или до стотысячной сантиметра, или до стомилліонной сантиметра? Я погружаю теперь свой палецъ въ этотъ сосудъ съ водой, и вы непосредственно убѣждаетесь въ существованіи силы притяженія между пальцемъ и каплей, повисшей на немъ, и между частицами матеріи по обѣимъ сторонамъ любой горизонтальной плоскости, которую вы можете вообразить пересекающею эту висящую воду. Эти силы въ милліоны разъ больше, чѣмъ тѣ, которыя вы бы получили, вычисляя ихъ на основаніи закона Ньютона и въ предположеніи, что вода есть совершенно однородное тѣло. Отсюда слѣдуетъ, что или эти силы притяженія на очень малыхъ раз-

¹⁾ Замѣтимъ, что Бойсь (Boys) при помощи кварцевыхъ нитей, отличающихся замѣчательной тонкостью и упругостью (Nature, 42, 604—8, 1890), произвелъ опытъ Кэвендиша въ миниатюрныхъ размѣрахъ,—стержень крутильныхъ вѣсовъ равнялся 1,5 см.

стояніяхъ должны рости несравненно болѣе быстро, чѣмъ по закону Ньютона, или же вещество воды неоднородно. Въ настоящее время мы знаемъ, что оно неоднородно. Ньютоновская теорія тяготѣнія въ настоящее время представляется для насъ настолько же достовѣрною, какъ и атомическая или молекулярная теорія въ химіи и физикѣ,—по крайней мѣрѣ, постольку, поскольку она утверждаетъ неоднородность во внутреннемъ строеніи вещества, которое представляется какъ нашимъ чувствамъ, такъ и самымъ чувствительнымъ нашимъ методамъ непосредственнаго изслѣдованія при помощи инструментовъ—однороднымъ. Отсюда слѣдуетъ,—если только мы не придемъ къ выводу, что неоднородность и ньютоновскій законъ притяженія не въ состояніи вмѣстѣ объяснить сдѣвленія и капиллярнаго притяженія,—что мы не принуждены искать объясненія въ отклоненіи силы тяготѣнія отъ Ньютоновскаго закона. Въ сообщеніи, сдѣланномъ въ Единбургскомъ Королевскомъ Обществѣ двадцать четыре года тому назадъ ¹⁾, я показалъ, что неоднородность вещества можетъ служить достаточнымъ объясненіемъ для какой угодно силы сдѣвленія, какъ бы она велика ни была, если только мы придадимъ достаточно болышую плотность самымъ молекуламъ въ этомъ неоднородномъ строеніи.

Однако кажется, что нельзя прійти ни къ какому удовлетворительному или очень интересному въ механическомъ отношеніи результату, если попробуешь какъ либо развивать эту теорію, не принимая во вниманіе частичныхъ движеній, которыя, какъ мы знаемъ, присущи матеріи и составляютъ ея тепло. Но настолько, насколько дѣло касается главныхъ явленій капиллярнаго притяженія, достаточно знать, что полная молекулярная теорія не могла бы привести въ итогъ къ иному окончательному результату, какъ и предположеніе, что вода и твердые тѣла, прикасающіяся къ ней, представляютъ собою вполне, до безконечно малыхъ частей, однородныя тѣла и

¹⁾ «Замѣтка о тяготѣніи и сдѣвленіи» (Note on Gravity and Cohesion) Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 21 Апрѣля 1862, (т. IV). Эта замѣтка перепечатана полностью въ прибавленіи В къ этой статьѣ.
(Прим. автора).

что на нихъ дѣйствуютъ силы взаимнаго притяженія, достаточно большія между тѣми частями матеріи, которыя чрезвычайно близки другъ къ другу, но совершенно неувимыя между частями матеріи, находящимися на замѣтныхъ разстояніяхъ. Въ самомъ дѣлѣ,—какой молекулярной теоріи ни придерживались бы мы или могли бы придерживаться послѣдующія поколѣнія для объясненія внутренней природы этихъ взаимодействій,—эта идея о незамѣтномъ притяженіи на замѣтныхъ разстояніяхъ есть ключъ къ теоріи капиллярнаго притяженія, и этой идеей мы обязаны Гоксби ¹⁾. Лапласъ ²⁾ взялся снова за эту идею и выполнѣ съ удивительнымъ искусствомъ разработалъ ее съ математической стороны. Единственная часть теоріи, которую онъ оставилъ недостаточно разработанной,—дѣйствіе твердаго тѣла на жидкость и взаимодействие между двумя жидкостями,—была доведена до совершенства съ механической точки зрѣнія Гауссомъ ³⁾, а послѣдніе штрихи математической теоріи были сдѣланы Нейманомъ ⁴⁾, установившимъ для жидкостей правило, соотвѣтствующее правилу Гаусса относительно угловъ соприкосновенія жидкостей и твердыхъ тѣлъ.

Гауссъ, выражая восторженную оцѣнку труда Лапласа, принимаетъ то же основное положеніе о притяженіи, замѣтномъ только на незамѣтныхъ разстояніяхъ, и, хотя главною своею цѣлью онъ считалъ завершеніе той части теоріи, которую недостаточно разработалъ его предшественникъ, рѣшаетъ заново эту механическую задачу замѣчательно усовершенствованнымъ способомъ, цѣликомъ основывая это рѣшеніе на прин-

¹⁾ Transactions Royal Society, XXVI, XXVII, 1709—1713; или же сокращенное изданіе д-ра Гуттона и другихъ, т. V, стр. 464 и слѣд.

(Прим. автора).

²⁾ Mécanique Céleste, прибавленіе къ десятой книгѣ, вышедшее въ 1806 году; также, Supplément à la Théorie de l'Action capillaire, образующее второе прибавленіе къ десятой книгѣ. (Прим. автора).

³⁾ Principia generalia Theoriæ Figuræ Fluidorum in Statu Equilibrii (Göttingen, 1830); или Werke, т. V, стр. 29. (Göttingen, 1887).

(Прим. автора).

⁴⁾ Herr F. E. Neumann.

(Прим. автора).

ципъ того, что мы называемъ теперь потенціальной энергіей. Такимъ образомъ, хотя формулы, при помощи которыхъ Гауссъ выражаетъ въ математической формѣ свои идеи, почти такъ же страшны на видъ, какъ и формулы Лапласа, ихъ очень легко передать словами, причемъ вся эта теорія сдѣлается совершенно понятной для лицъ, считающихъ себя неспособными понимать пестерные интегралы. Для большаго удобства вообразимъ себя расположенными въ центрѣ земли, чтобы избѣжать вліянія силы тяжести. Возьмемъ теперь двѣ порціи воды; пусть эти порціи на извѣстной части своей поверхности, — назовемъ эту часть *A* для одной порціи и *B* для другой, — имѣютъ такую форму, что, будучи сложены вмѣстѣ, онѣ какъ разъ придутся другъ къ другу по всей этой площади. Чтобы избѣжать всякихъ хлопотъ при обращеніи съ предполагаемыми частями воды, пусть онѣ на время станутъ совершенно крѣпкими и пусть при этомъ не произойдетъ никакихъ измѣненій въ ихъ взаимномъ притяженіи. Поднесемъ ихъ теперь другъ къ другу такъ, чтобы поверхности *A* и *B* подошли одна къ другой на разстояніе стотысячной дюйма, т. е. сорокатысячной сантиметра или двухсотъ пятидесяти микромиллиметровъ (около половины длины волны зеленого свѣта). На такомъ большомъ разстояніи притяженіе имѣетъ совершенно незамѣтную величину; мы можемъ быть вполне увѣрены въ томъ что оно отличается всего на нѣсколько процентовъ отъ той ничтожно малой силы притяженія, которую мы получили бы, вычисляя ее на основаніи Ньютоновскаго закона и въ предположеніи полной равномерности распредѣленія плотности въ каждомъ изъ притягивающихъ тѣлъ. Извѣстныя всѣмъ явленія пузырей и водныхъ пленокъ, смачивающихъ твердыя тѣла, дѣлаютъ вполне достовѣрнымъ то, что частичное притяженіе становится замѣтнымъ только тогда, когда разстояніе станетъ гораздо меньше, чѣмъ 250 микро-миллиметровъ. Изъ разсмотрѣнія такихъ явленій Квинке ¹⁾

¹⁾ Pogg. Ann. der Phys. und der Chem. Bd. CXXXVII, 1869 *).

(Прим. автора).

*) Ueber die Entlarmung, in welcher die Molekularkräfte der Capillarität noch wirksam sind. стр. 402—14.

(Прим. перев.).

пришелъ къ заключенію, что частичное притяженіе становится замѣтнымъ на разстояніи около пятидесяти микромиллиметровъ. Его заключеніе поразительно подтверждается очень важнымъ открытіемъ Рейнольда и Рюккера ¹⁾, что черная пленка, всегда образующаяся передъ тѣмъ, какъ лопнетъ предоставленный самому себѣ мыльный пузырь, имѣетъ равномерную или почти равномерную толщину, микромиллиметровъ въ одиннадцать или двѣнадцать. Внезапное возникновеніе и продолжительная устойчивость черной пленки доказываютъ предложеніе первой важности въ молекулярной теоріи: — натяженіе пленки, остающееся замѣтно постояннымъ, пока толщина ея превышаетъ пятьдесятъ микромиллиметровъ, уменьшается до минимума и начинаетъ затѣмъ снова увеличиваться, когда толщина уменьшилась до десяти микромиллиметровъ. Кажется невозможнымъ объяснить этотъ фактъ какимъ бы то ни было воображимымъ закономъ силы между различными частями пленки, если предполагать ее однородной, — и мы принуждены заключить, что это зависитъ отъ молекулярной неоднородности. Когда, такимъ образомъ, теорія коренной однородности матеріи опровергнута наблюденіями и когда доказано, что принятіе ея закона притяженія, увеличивающагося, когда разстояніе становится меньше пятидесяти микромиллиметровъ, быстрее, чѣмъ слѣдуетъ по закону **Ньютона**, оказывается неудовлетворительнымъ, то развѣ мы не можемъ пойти далѣе и сказать, что вовсе не нужно предполагать какое нибудь отклоненіе отъ ньютоновскаго закона измѣненія силы обратно пропорціонально квадрату разстоянія, — сплошнымъ образомъ, отъ миллионной микромиллиметра до разстояній самой отдаленной звѣзды или самой отдаленной части вещества во всеянной, — и развѣ мы не можемъ, до той поры, когда увидимъ, что самое тяготѣніе можетъ быть объяснено — такъ, какъ Ньютонъ и Фарадей считали, что

¹⁾ Proc. Roy. Soc., 21 июня 1877 и Trans. Roy. Soc., 19 апрѣля 1883 *).
(Прим. автора).

*) О предѣльной толщинѣ жидкихъ пленокъ. (On the Limiting Thickness of Liquid. Films (Proc. Roy. Soc. 26, 334, Trans. Roy. Soc. 174, 645—662.
(Прим. перс.).