

**И.И. Боргман**

# **Новые идеи в физике**

**Выпуск 2. Эфир и материя**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 53  
ББК 22.3  
И11

И11 **И.И. Боргман**  
Новые идеи в физике: Выпуск 2. Эфир и материя / И.И. Боргман – М.: Книга  
по Требованию, 2016. – 144 с.

**ISBN 978-5-458-34085-4**

**ISBN 978-5-458-34085-4**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2016

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2016

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 первоизданном 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.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



## Эфиръ и матерія.

П. Ленарда.

(Рѣчь, произнесенная въ засѣданіи Гейдельбергской Академіи Наукъ 4-го Іюня 1910 года).

Когда естествоиспытатель выступаетъ съ рѣчью въ собраніи, подобномъ настоящему, то, быть можетъ, ему умѣстно остановиться на разсмотрѣніи наиболѣе общаго вопроса, который возможно предложить, а именно: въ какомъ видѣ, какимъ представляется ему міръ? Но чтобы говорить объ этомъ, естествоиспытатель необходимо долженъ предупредить, что высказываемыя имъ положенія могутъ относиться лишь къ той части міра, которая при помощи нашихъ органовъ чувствъ доступна количественному изслѣдованію. Познаніе міра со стороны количественной, иначе говоря, возможность всегда численно сравнивать и провѣрять всѣ полученные результаты съ дѣйствительностью, и составляетъ то, что отличаетъ естественныя науки отъ наукъ о духѣ. Эту часть міра, доступную, благодаря нашей способности къ воспріятію, количественному изслѣдованію, мы можемъ назвать *матеріальнымъ* міромъ; только матеріальный міръ интересуется естествоиспытателя, и о немъ лишь составилъ онъ себѣ извѣстное представленіе. Картины же естествоиспытателя, изображающія міръ, — какъ это впервые ясно высказалъ Герцъ — таковы, что логически-необходимыя слѣдствія

этихъ картинъ всегда, въ свою очередь, суть представленія о естественно-необходимыхъ послѣдствіяхъ изображенныхъ объектовъ. Благодаря такому основному свойству этихъ представлений, естествоиспытатель можетъ предсказывать. Въ совпадении этихъ предсказаній — опять-таки со стороны количественной—съ дѣйствительностью заключаются, съ одной стороны, провѣрка правильности представлений, о чемъ уже было упомянуто, а, съ другой стороны, также и практическая цѣнность естествознанія.

Однако, картины или представленія естествоиспытателя бываютъ двухъ родовъ. Количественнаго характера они всегда; но они могутъ—и это будетъ *первый родъ представлений, картинъ*,—всецѣло исчерпываться количественными отношеніями между наблюдаемыми величинами. Въ этомъ случаѣ они вполне могутъ быть выражены математическими формулами, главнымъ образомъ дифференціальными уравненіями. Это тотъ путь, который Кирхгофъ и Гельмгольтцъ и который Кирхгофомъ былъ названъ математическимъ описаніемъ природы. Примѣромъ такихъ картинъ являются: законъ тяготѣнія Ньютона и электродинамическія уравненія Максвелла. Логически-необходимыми слѣдствіями тѣхъ представлений, картинъ, въ развитіи которыхъ и заключается пользованіе и вмѣстѣ съ тѣмъ провѣрка представлений, будутъ исключительно математическія слѣдствія вышеупомянутыхъ уравненій, и ничего больше.

Но можно пойти еще дальше, и это приведетъ насъ ко *второму роду картинъ, представлений*. Руководящей нитью здѣсь будетъ одно убѣжденіе, безъ котораго изслѣдованія натуралистовъ безусловно никогда бы не были успѣшными, а именно убѣжденіе, что всѣ процессы,

совершающіеся въ природѣ,—по крайней мѣрѣ въ природѣ неживой суть лишь процессы движенія, т. е. только перемѣщенія одной и той же разъ навсегда данной матеріи. Тогда въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ мы будемъ имѣть дѣло съ механизмами, и составленныя нами въ качествѣ представленій перваго рода уравненія будутъ уравненіями механики; они будутъ соответствовать вполне опредѣленнымъ механизмамъ, и эти-то механизмы мы можемъ разсматривать, какъ изображенія происходящихъ въ природѣ процессовъ. Механическія модели, динамическіе модели вещей (*der Dinge*) будутъ тогда изображеніями ихъ въ нашемъ умѣ. Механическіе модели и уравненія, слѣдовательно, картины обоого рода, въ случаѣ ихъ правильности совершенно эквивалентны другъ другу по результатамъ, даваемымъ ими. Однако, модели обладаютъ весьма большими преимуществами передъ голыми уравненіями. И не въ силу только большого удовлетворенія, которое онѣ могутъ дать по сравненію съ дифференціальными уравненіями,—такъ какъ въ модели мы имѣемъ болѣе непосредственное изображеніе вѣшняго міра—а потому прежде всего, что, пользуясь моделями, мы примѣняемъ не только нашу способность математически мыслить, но и способность создавать геометрическіе и динамическіе образы: модели являются механизмами, которые совершаютъ свое движеніе въ трехмѣрномъ пространствѣ. Это обстоятельство пріобрѣтаетъ особенное значеніе тогда, когда мы оперируемъ не готовыми уже представленіями, картинами, чтобы при ихъ помощи безошибочно предсказать будущія явленія, а тогда, когда дѣло идетъ о картинахъ, временно гипотетическихъ, созданныхъ съ цѣлью заранѣе построить гипотетическіе же выводы, что и сопровождается *самый*

*процессъ изслѣдованія природы.* Такъ, напр., структурныя формулы въ химіи, именно съ тѣхъ поръ, какъ ихъ стали представлять также трехмѣрными, являются типичнымъ образомъ моделей молекулъ, подлежащихъ изслѣдованію. И развѣ мыслимо было бы химику успѣшно разрабатывать свою науку, если бы ему не была предоставлена возможность различнымъ образомъ пространственно распредѣлять въ своихъ моделяхъ атомы и различно комбинировать ихъ въ своемъ представленіи?

Необходимо также отмѣтить, что механическія модели всегда играли большую роль и въ построеніи картинъ перваго рода. Такъ, Максвеллъ пришелъ къ своимъ знаменитымъ дифференціальнымъ уравненіямъ, исходя изъ воображаемыхъ механизмовъ въ эфирѣ. И наоборотъ: самая совершенная строго математически сформулированная картина перваго рода удовлетворяетъ не надолго. Очевидно, человѣку свойственно искать въ картинѣ болѣе глубокой смыслъ и ставить далѣе вопросъ о механизмѣ самого явленія. Даже Ньютонъ былъ не вполне удовлетворенъ той картиной закона тяготѣнія, которая была имъ установлена, несмотря на плодотворность этой картины. И для него былъ неизбѣженъ дальнѣйшій вопросъ о скрытомъ, но все же существующемъ механизмѣ, при помощи котораго, въ согласіи съ его закономъ, дѣйствующія другъ на друга массы стремятся сблизиться. Впрочемъ, во время Ньютона такой вопросъ еще и не могъ быть даже затронутъ, да и въ наши дни, какъ мы это впоследствии увидимъ, это оказывается трудно выполнимымъ. Такимъ образомъ стремленіе разгадать механизмъ природы, переступивъ рамки чистаго математическаго описанія ея, и представить вещи въ образѣ динамическихъ моделей въ такой же мѣрѣ старо, какъ

сама динамика, и, очевидно, такое стремление глубоко коренится въ человѣкѣ. Въ новѣйшее время лордъ Кельвинъ и Герцъ выдвинули эту проблему на первый планъ.

Вопросъ сводится къ слѣдующему: дѣйствительно ли удастся намъ этимъ путемъ дать вѣрное изображеніе дѣйствительности? Свойственно ли вообще человѣческому разуму въ такомъ видѣ изобразить себѣ всю природу — пока мы опять-таки имѣемъ въ виду лишь неживую природу. Какъ разъ въ настоящее время возникаютъ по этому поводу серьезные сомнѣнія, и можетъ быть мнѣ удастся еще сегодня, помимо положительныхъ результатовъ, указать также и на тѣ трудности, которыя дали поводъ сомнѣніямъ такого рода.

Чтобы идти впередъ, намъ придется прежде всего, какъ мнѣ кажется, признать за постулатъ, что нашему разуму свойственно не только математически описывать природу, но и постигать ее. А принявъ этотъ постулатъ, я могу сказать Вамъ, какая наша картина матеріальнаго міра, и въ чемъ заключаются встрѣчающіяся въ настоящее время трудности для его познанія.

Все, что совершается въ этомъ мірѣ, есть *движеніе, перемѣщеніе одного и того же разъ навсегда даннаго вещества.*

Какъ на возникновеніе, такъ и на исчезновеніе вещества нигдѣ не встрѣчается ни малѣйшаго указанія. Такимъ образомъ, въ дальнѣйшемъ мы должны лишь показать каково это вещество, какъ оно распределено въ пространство и какого рода движеніе претерпѣваетъ. И тутъ-то мы должны прежде всего ввести основное положеніе, что вещество, т. е. то, что претерпѣваетъ движеніе и изъ чего, по нашему мнѣнію, состоитъ

весь матеріальный міръ, двоякаго рода: *матерія и эфиръ*.

Изъ *матеріи* состоятъ всѣ окружающія насъ и осязаемыя нами тѣла: твердыя, жидкія, газообразныя, наше собственное тѣло, словомъ, все, что получается изъ приблизительно 100 элементовъ, т. е. изъ всѣхъ родовъ химическихъ атомовъ. Согласно нашему представленію, матерія имѣетъ зернистую структуру. Зерна эти мы можемъ назвать атомами, и, какъ было уже сказано, существуетъ круглымъ счетомъ 100 различныхъ видовъ атомовъ, изъ которыхъ одни, вообще говоря, не превращаются въ другіе. Если мы увеличимъ нашу картину приблизительно въ 10 милліоновъ разъ. то такія зерна окажутся величиной въ горошину. Обыкновенно атомы соединяются между собой въ группы, и эти группы, обладающія самостоятельнымъ движеніемъ, мы называемъ молекулами. Такъ, напр., въ водяномъ парѣ каждые два атома водорода прочно соединены съ однимъ атомомъ кислорода въ одну молекулу воды, имѣющую собственное движеніе. Вся матерія, которую мы видимъ вокругъ себя, представляетъ лишь скопленіе подобныхъ молекулъ. Эта картина строенія матеріи въ настоящее время разработана въ весьма высокой степени. Она содержитъ цѣлый рядъ количественныхъ чертъ, причемъ всѣ онѣ уже выдержали множество количественныхъ провѣрокъ съ дѣйствительностью и служатъ намъ надежнѣйшимъ путеводителемъ при изслѣдованіи всевозможныхъ явленій неживой матеріи. Для естествоиспытателя, вооруженнаго подобнымъ представленіемъ о матеріи, нѣтъ уже никакого сомнѣнія въ томъ, что онъ вступилъ на вѣрный путь.

Особеннаго вниманія заслуживаютъ очень большія

молекулы. Въ молекулахъ водяного пара содержатся лишь три атома. Если же молекула составлена изъ десятковъ или сотенъ тысячъ атомовъ, что представляетъ уже цѣлый сложный самодовлѣющій мірокъ, какъ это, напр., имѣетъ мѣсто въ молекулахъ протоплазмы, то она можетъ быть надѣлена и тѣмъ, что мы называемъ духомъ. Въ этомъ случаѣ молекулы явятся носителями чудесныхъ жизненныхъ явленій, объяснить которыя посредствомъ картинъ, вообще говоря, оказавшихъ столь значительныя услуги, естествоиспытатель безсиленъ и по сей день. Только одно сопоставленіе приблизительно можетъ вывести естествоиспытателя изъ круга извѣстныхъ ему картинъ \*): измѣненіе въ количественной группировкѣ скопленій атомовъ можетъ фактически повлечь за собою совершенно новыя свойства.

Переходя еще къ большимъ скопленіямъ атомовъ, мы придемъ къ шарообразнымъ тѣламъ такой величины, какъ луна, затѣмъ, какъ земля и, наконецъ, какъ солнце. Наша луна, конечно, представляетъ собою огромное скопленіе атомовъ, и все же атомовъ этихъ слишкомъ мало, чтобы удержать вокругъ нея газовую оболочку или атмосферу. Для осуществленія этой возможности требуется гораздо большее скопленіе атомовъ, какое, напр., представляетъ собою земля; количественное объясненіе этого явленія, притомъ вполне обоснованное, даютъ намъ наши же атомныя представленія. Земля удерживаетъ вокругъ себя газовую оболочку, благодаря достаточной величинѣ своей массы. Но и земля, въ свою очередь, не настолько велика, чтобы образовать въ пространствѣ постоянный свѣточъ, какимъ является солнце,

---

\*) Приведенное здѣсь сопоставленіе даетъ O. Lodge въ своей книгѣ „Life and Matter“.

почти въ миллионъ разъ большее, чѣмъ земля. Лишь подобныя огромныя скопленія атомовъ могутъ въ теченіе весьма продолжительнаго времени сохранять ту высокую температуру, которая необходима для самосвѣченія.

(*Эфиръ*). Такимъ образомъ мы пришли къ самымъ большимъ скопленіямъ матеріи, къ солнцамъ, къ разсѣяннымъ въ небесномъ пространствѣ неподвижнымъ звѣздамъ. И вмѣстѣ съ тѣмъ мы видимъ, какъ ничтожно-мало матеріи въ мірѣ; ибо какъ ничтожны эти свѣтила по сравненію со свободными отъ матеріи промежуточными пространствами между ними; эти пространства настолько велики, что проходятъ тысячелѣтія, пока быстрый свѣтовой лучъ пробѣгаетъ ихъ. Такимъ образомъ почти все безконечное пространство оказывается незаполненнымъ. Но мы не можемъ себѣ представить его пустымъ, наоборотъ, мы его представляемъ сплошь заполненнымъ веществомъ второго рода, отличнымъ отъ матеріи, *эфиромъ*.

Глаза, эти самые главныя входы, черезъ которые проникаютъ къ намъ все наши знанія, показываютъ, что эфиръ непрерывно заполняетъ все пространство отъ насъ до самыхъ отдаленныхъ неподвижныхъ звѣздъ, которыя только что могутъ быть обнаружены. Ибо свѣтъ каждой такой звѣзды—и это представляетъ собою несомнѣнный результатъ изслѣдованія природы—не что иное, какъ вызванное звѣздою колебаніе, которое доходитъ до насъ, распространяясь постепенно во все стороны, подобно волнамъ на поверхности воды, и эти волны свѣта движутся со скоростью 300.000 км. въ секунду. Періоды вызванныхъ звѣздою возмущеній доходятъ до насъ неизмѣненными и выраженными до такой степени опредѣленно, что Бунзенъ и Кирхгофъ, благодаря

этому, сумѣли произвести химическій анализъ наиболѣе отдаленныхъ свѣтилъ. Но въ такомъ случаѣ междузвѣздное пространство должно быть заполнено чѣмъ-то такимъ, что обладаетъ способностью приходить въ колебаніе и съ точностью передавать эти колебанія отъ точки къ точкѣ съ указанною выше скоростью. Это именно нѣчто мы и называемъ эфиромъ, а приведенныя разсужденія содержатъ доказательства въ пользу существованія эира. Но скоро мы увидимъ, что эиръ выполняетъ еще многія другія функціи и даже въ такомъ количествѣ, что еще и въ настоящее время естествоиспытатель встрѣчаетъ не мало затрудненій создать такую картину, которая вполнѣ соответствовала бы многообразной дѣятельности эира. Какъ гигантскій неизмѣримый механизмъ, заполняющій все пространство и вмѣщающій въ себѣ все, что намъ извѣстно, представляется намъ эиръ. Мы обратимся сейчасъ къ ближайшему разсмотрѣнію его, а затѣмъ прибавимъ нѣсколько словъ по поводу матеріальныхъ атомовъ, которые словно какіе-то слѣды разбѣяны въ немъ.

Мы должны брать свойства эира такъ, какъ мы ихъ въ немъ находимъ; мы попытаемся объединить эти свойства въ одномъ образѣ, не смущаясь тѣмъ—а мнѣ думается, это обстоятельство напрасно приводило многихъ въ смущеніе,—что свойства эти совсѣмъ иного характера, чѣмъ свойства твердыхъ, жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ. Вѣдь эиръ не есть матерія, и привлеченіе матеріи допустимо лишь въ цѣляхъ сравненія. Что же касается массъ эира, то мы пока не вправѣ утверждать больше того, что эти массы слѣдуютъ общимъ законамъ движенія, которымъ обычно подвержена всякая матерія.

Остановимся сперва на явленіяхъ свѣта, давшихъ намъ свѣдѣнія о существованіи эѳира, и установимъ, что свѣтъ представляетъ собою *поперечныя* колебанія, т. е., что колебанія совершаются перпендикулярно къ направленію распространенія свѣта или, выражаясь разговорнымъ языкомъ, свѣтовые волны образуютъ горы и долины, а не сгущенія и разрѣженія, какъ это будетъ въ звуковыхъ волнахъ, представляютъ собою продольныя колебанія въ воздухѣ. Уже давнія изслѣдованія въ области оптики, а именно изслѣдованія поляризаціи свѣта, показали, что свѣтовые колебанія поперечны. Но поперечныя волны не могутъ образоваться ни въ газахъ ни въ жидкостяхъ; онѣ свойственны только тѣламъ твердымъ. Такимъ образомъ мы заключаемъ, что эѳиръ по отношенію къ явленію распространенія въ немъ волнъ ведетъ себя не какъ жидкость или газъ, а какъ чрезвычайно твердое тѣло. При этомъ, однако, сами мы, какъ и всякая другая матерія, проникаемъ сквозь эѳиръ такъ легко, что не замѣчаемъ ни малѣйшаго препятствія такому передвиженію. Это именно мы и имѣемъ въ виду, когда, противопоставляя эѳиръ матеріи, принимаемъ его за нѣчто неосязаемое.

Не слѣдуетъ забывать, что мы совершаемъ не только относительное движеніе въ этомъ залѣ, но что и весь залъ вмѣстѣ съ нами, и весь земной шаръ движется съ немалой скоростью въ эѳирѣ, въ томъ самомъ эѳирѣ, который въ отношеніи къ своимъ собственнымъ колебаніямъ ведетъ себя какъ неподвижное твердое тѣло; вотъ уже первое затрудненіе, кажущееся удивительнымъ, когда мы пытаемся выяснитъ механизмъ эѳира. Идя дальше въ этомъ направленіи, мы прежде всего натываемся на слѣдующій вопросъ: увлекается ли эѳиръ