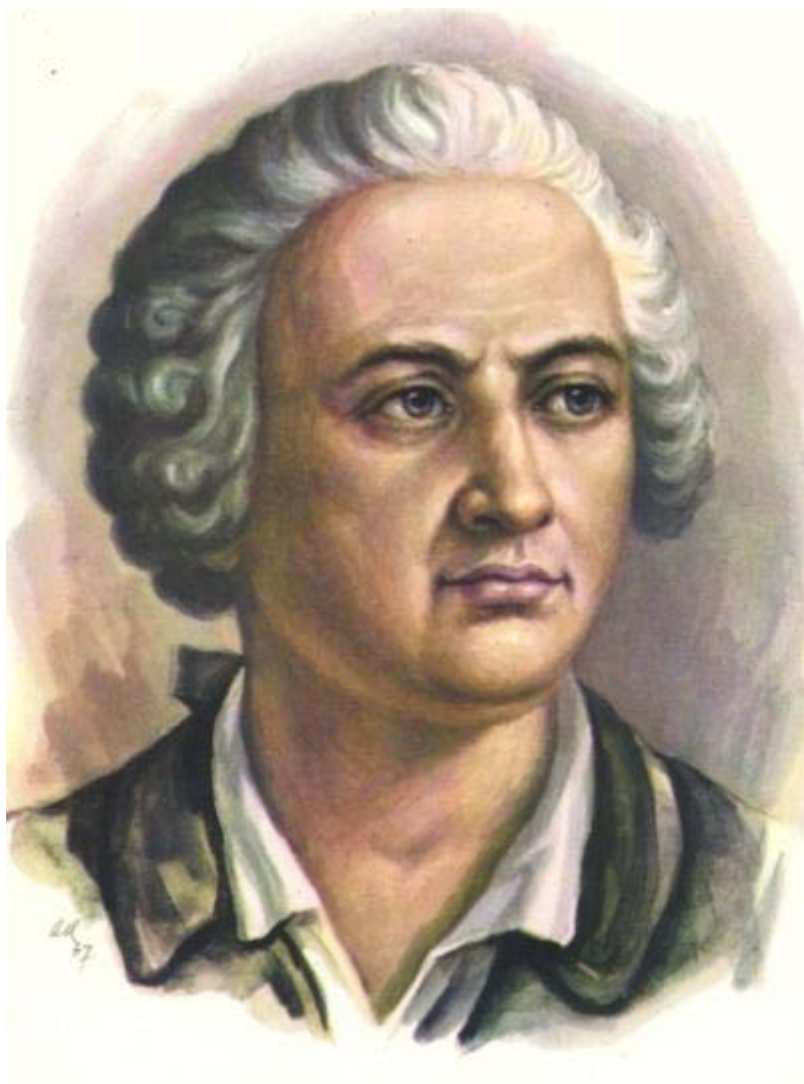




Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765)

1711г., 8(19) ноября в деревне Мишанинской Куростровской волости Архангельской губернии в семье помора родился М. В. Ломоносов.

Михаил Васильевич ЛОМОНОСОВ внес значительный вклад в развитие физической науки. Его активная творческая деятельность проходила в период с 1738 по 1765 годы и была посвящена самым актуальным на это время направлениям физики и, говоря современным научным языком, смежным с физикой областям: физической химии, геофизике, физике атмосферы, астрономии, физической минералогии, математической физике, биофизике, метрологии, гляциологии, физике северных сияний, физике «хвостов» комет.

Среди наиболее значимых научных достижений М.В.Ломоносова в области физики является его атомно-корпускулярная теория строения вещества и материи. В рамках этих представлений он объяснил причины

агрегатных состояний веществ (твердое, жидкое и газообразное состояния) и разработал теорию теплоты. Следует отметить, что в это время господствовало иное представление на природу теплоты, в основе которого лежало представление о «теплороде» - некой огненной материи, посредством которой распространяется и передается тепло. М.В.Ломоносов показал физическую несостоятельность теории теплорода и дал по сути современную молекулярно-кинетическую трактовку теории теплоты. В работе «О причине теплоты и стужи. Рассуждения Михаила Ломоносова» написано «В параграфе первом показано, что теплота состоит в движении материи, которое движение хотя и не всегда чувствительно, однако подлинно в теплых телах есть, о чем смотри в § 2. Сие движение есть внутреннее, то есть в теплых и горячих телах движутся нечувствительные частицы, из которых состоят самые тела;». М.В.Ломоносов в этой же работе указал на возможность существования абсолютного нуля температуры «... должна существовать наибольшая и последняя степень холода, которая должна существовать в полном прекращении вращательного движения частиц». Здесь следует отметить, что М.В.Ломоносов полагал, что за тепловое движение отвечает только вращательное («коловратное») движение частиц, что не является точным утверждением, так как хаотическое поступательное и колебательное движения молекул также могут давать свой вклад в теплоту.

Основываясь на своих молекулярно-кинетических представлениях о строении вещества, М.В.Ломоносов в работе «Опыт теории упругости воздуха Михаила Ломоносова» объяснил упругие свойства атмосферного воздуха механизмом отталкивания атомов воздуха друг от друга. Он пишет: «... отдельные атомы воздуха, в беспорядочном чередовании, сталкиваются с ближайшими через нечувствительные промежутки времени, и когда одни находятся в соприкосновении, иные друг от друга отталкиваются и наталкиваются на ближайшие к ним, чтобы снова отскочить; таким образом, непрерывно отталкиваемые друг от друга частыми взаимными толчками, они стремятся рассеяться во все стороны.». Эти воззрения позволили без привлечения каких-либо новых гипотез объяснить зависимость упругости воздуха от теплоты. М.В.Ломоносов пишет: «Отсюда очевидно, что воздушные атомы действуют друг на друга взаимным соприкосновением сильнее или слабее в зависимости от увеличения или уменьшения степени теплоты, так что если было бы возможно, чтобы теплота воздуха вовсе исчезла, то атомы должны были бы вовсе лишиться указанного взаимодействия.». Только спустя столетие данные воззрения стали общепринятыми благодаря работам Дж. Максвелла и Л. Больцмана, создавшим количественную математическую теорию газов в рамках молекулярно-кинетических представлений.

Теория М.В.Ломоносова позволила объяснить изменения плотности воздуха с высотой и предсказать наличие границы атмосферы, он пишет: «Чем дальше от земли отстоят остальные атомы, тем меньшую массу толкающих и тяготеющих атомов встречают они в своем стремлении вверх; так что верхние атомы, занимающие самую

поверхность атмосферы, только своей собственной тяжестью увлекаются вниз и, оттолкнувшись от ближайших нижних, до тех пор несутся вверх, пока полученные ими от столкновения импульсы превышают их вес. Но как только последний возьмет верх, они снова падают вниз, чтобы снова быть отраженными находящимися ниже. Отсюда следует: 1) что атмосферный воздух должен быть тем реже, чем более он отделен от центра земли; 2) что воздух не может бесконечно расширяться, ибо должен существовать предел, где сила тяжести верхних атомов воздуха превысит силу, воспринятую ими от взаимного столкновения.»

В работе «Прибавление к размышлениям об упругости воздуха Михайло Ломоносова» М.В.Ломоносов объяснил непропорциональность упругости давлению сильно сжатого воздуха, обнаруженную Д.Бернулли, влиянием собственного объема частичек воздуха на частоту их столкновений. Приблизительно через сто лет аналогичные представления были использованы нидерландским физиком Ван-дер-Ваальсом при создании им количественной теории неидеального газа.

М. В. Ломоносов открыл один из фундаментальных законов природы, закон сохранения материи в изолированных системах. Он сформулировал его в письме к Леонарду Эйлеру от 5 июля 1748 года в следующей формулировке: «Но все встречающиеся в природе изменения происходят так, что если к чему-либо нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого. Так, сколько материи прибавляется какому-либо телу, столько же теряется у другого, сколько часов я затрачиваю на сон, столько же отнимаю от бодрствования, и т. д. Так как это всеобщий закон природы, то он распространяется и на правила движения: тело, которое своим толчком возбуждает другое к движению, столько же теряет от своего движения, сколько сообщает другому, им двинутому.»

Работы М.В.Ломоносова и его соратника Г.В.Рихмана внесли важный вклад в понимание электрической природы грозовых разрядов. В тот период времени под физикой электричества понимался круг явлений, связанных с наэлектризованными трением телами. Наэлектризованные или электрически заряженные тела обладали способностью притягиваться или отталкиваться, производить электрические искры и звук. В связи с этим возникло предположение: не имеют ли грозовые разряды электрическую природу? Единства по этому вопросу среди ученых того времени не было. М.В.Ломоносов с Г.В.Рихманом в России и Б.Франклин в Америке провели оригинальные научные эксперименты и доказали электрическую природу грозовых разрядов. Для этого М.В.Ломоносов и Г.В.Рихман разработали оригинальную физическую установку («громовую машину») для

исследования атмосферного электричества и разместили их в своих квартирах, химической лаборатории и в имении М.В.Ломоносова. Установка представляла собой металлический стержень, укрепленный на крыше дома, соединенный проводом с электроскопом («электрическим указателем»). «Электрический указатель», использованный М.В.Ломоносовым и Г.В.Рихманом, состоял из вертикальной металлической линейки с прикрепленной к ней шелковой или льняной нитью. В отличие от известных ранее электроскопов, «электрический указатель» был «снабжён деревянным квадрантом со градусной шкалой для измерения степени электричества». В результате длительных экспериментов М.В.Ломоносов и Г.В.Рихман доказали, что грозовые явления имеют электрическую природу и производят в точности такое же электричество, что и в лаборатории при электризации тел трением.

В 1753 году при проведении эксперимента Г.В.Рихман был убит ударом молнии. Опасность разряда молнии М.В.Ломоносов и Г.В.Рихман хорошо осознавали, электрический разряд в ходе экспериментов неоднократно испытывал на себе и М.В.Ломоносов, что подчеркивает их героическое служение науке и отечеству.

М.В.Ломоносов не только провел блестящее многолетнее исследование атмосферного электричества и установил ряд эмпирических закономерностей грозовых явлений, но и объяснил причину возникновения электричества в грозовых облаках конвекцией теплого воздуха (у поверхности Земли) и холодного воздуха (в верхних слоях атмосферы). В работе «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих, предложенное от Михаила Ломоносова» (1753 год) написано: «В сем состоянии, по незыблемым естества законам, верхней части атмосферы должно опуститься в нижнюю и столь глубоко погрузиться, поколе, перемешавшись с теплым воздухом, в равновесии остановится. ... Уже довольно явствует, какие движения воздуха, кроме дыхания ветров, электрическое трение произвести могут;».

Из трудов М.В.Ломоносова

СЛОВО О ЯВЛЕНИЯХ ВОЗДУШНЫХ, ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛЫ ПРОИСХОДЯЩИХ, ПРЕДЛОЖЕННОЕ ОТ МИХАЙЛА ЛОМОНОСОВА

ноября 26 дня 1753

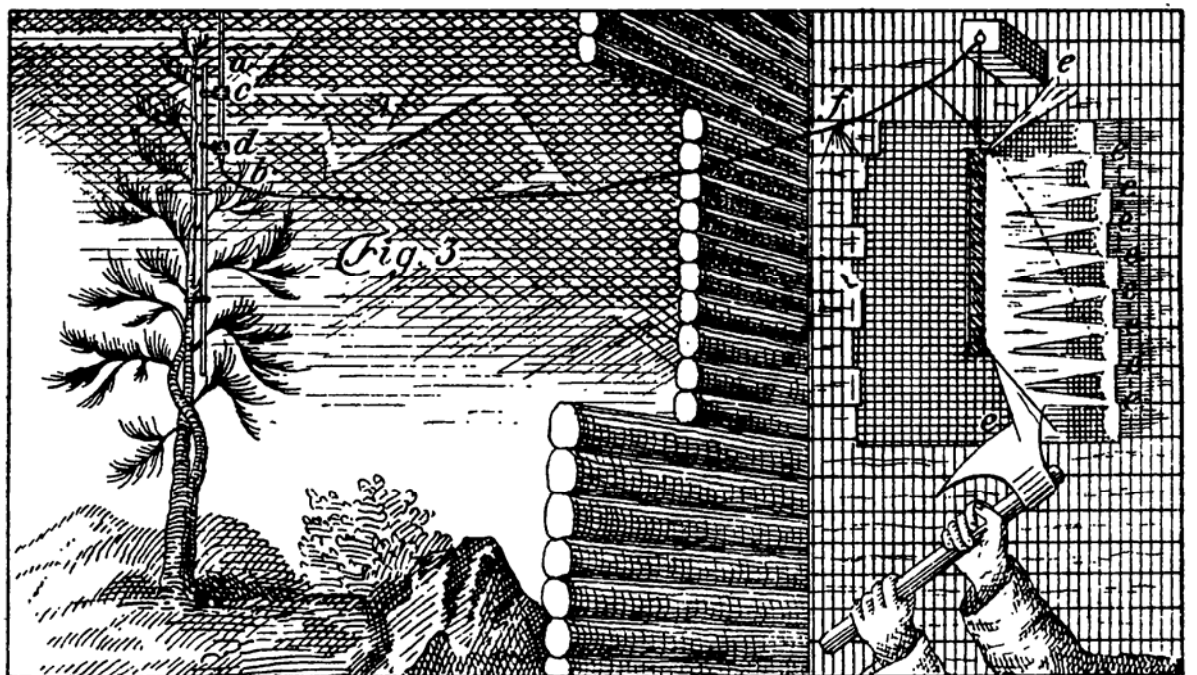
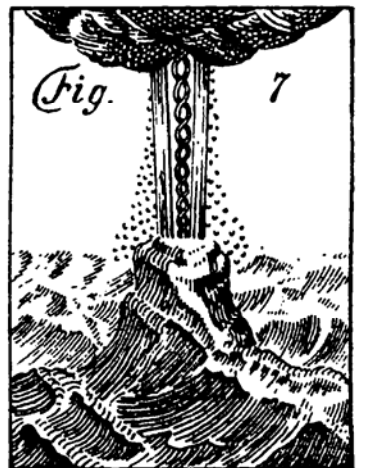
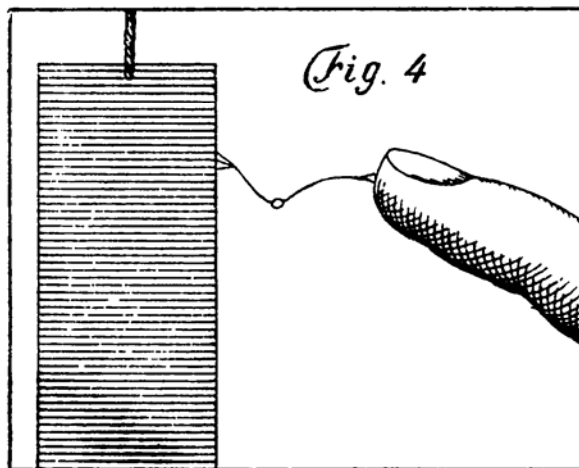
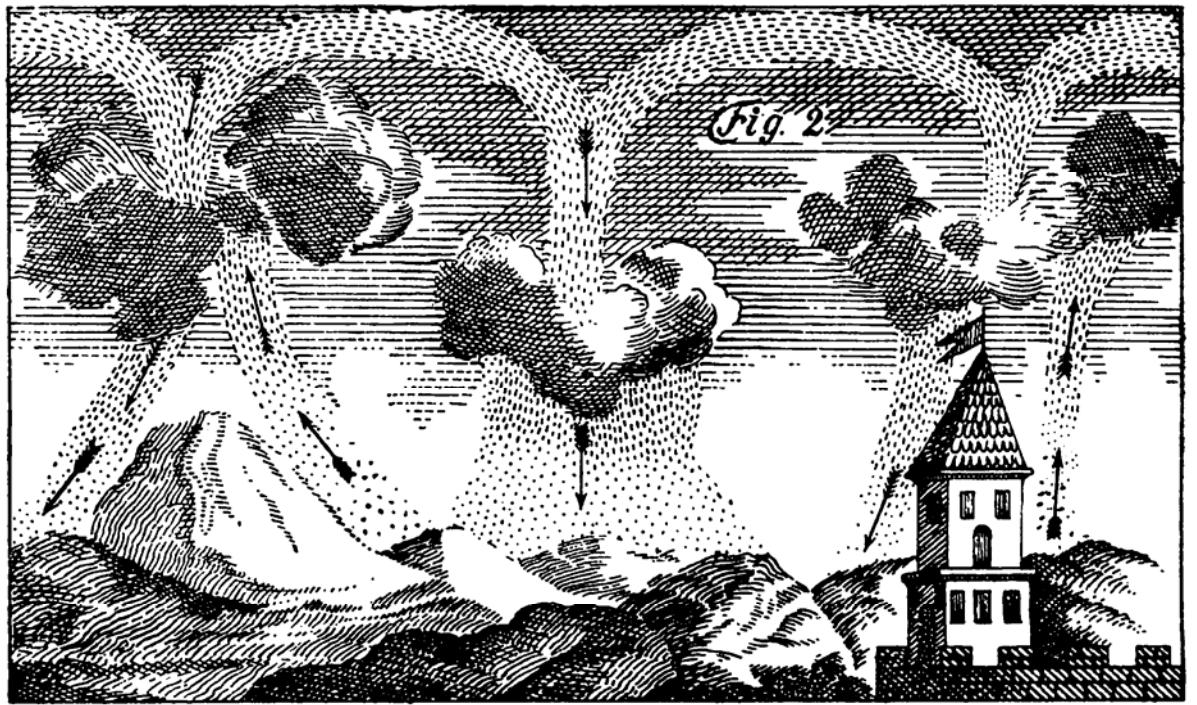
ИЗЪЯСНЕНИЯ, НАДЛЕЖАЩИЕ К СЛОВУ О ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЗДУШНЫХ ЯВЛЕНИЯХ

„Изъяснения“ были представлены Ломоносовым Конференции 19 ноября 1753 г. В протоколе заседания Конференции от 19 ноября записано, что Ломоносов представил дальнейшие объяснения к своей диссертации „О явлениях воздушных, от электрической силы происходящих“, а так как за недостатком времени прочесть их было нельзя, то „присутствовавшие славные мужи постановили отдать их в печать, а по напечатании в листах передать их каждому для прочтения“ (Протоколы Конференции, т. II, 292). Таким образом, текст „Изъяснений“ был полностью закончен Ломоносовым к 19 ноября и сразу же после предъявления его Конференции сдан в печать.

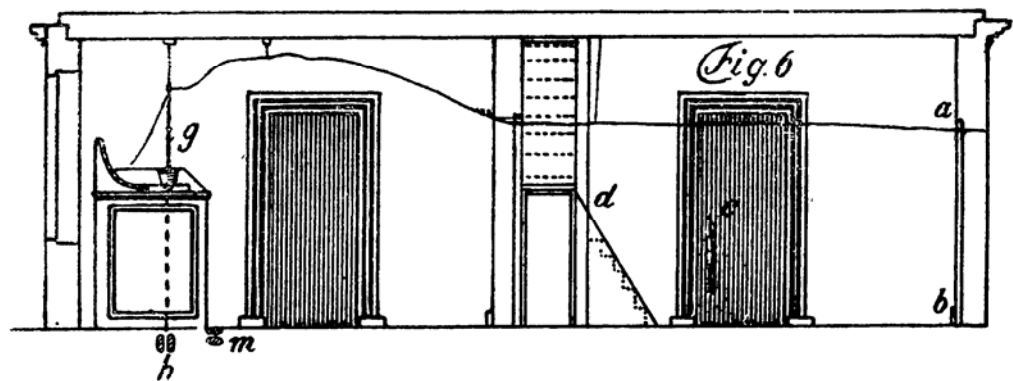
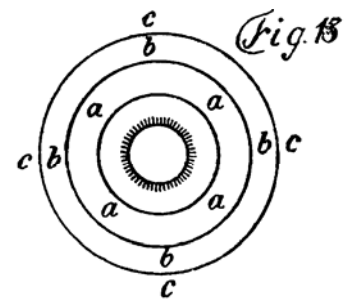
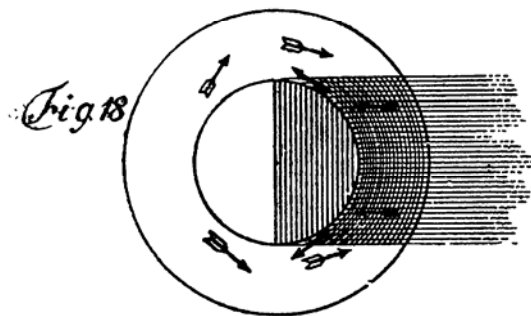
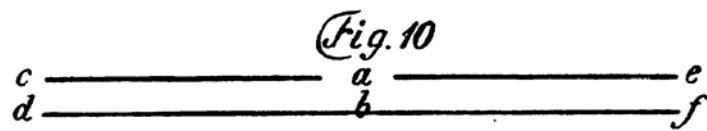
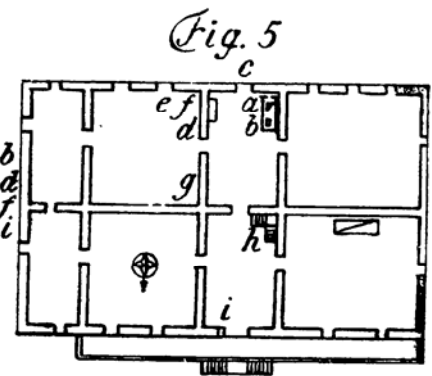
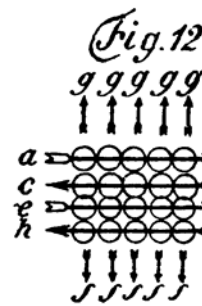
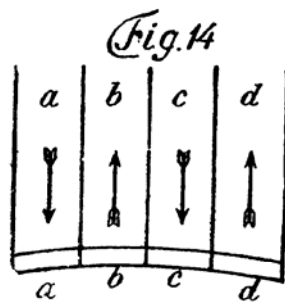
VII. *Когда большия тягости.* стран. 49, строк. 23. К произведению яснейшего понятия о сем действии предлагается изображение [фиг. 2], где стрёлы показывают восхождение воздуха в сиянии и погружение в тени.

VIII. *Второй род шипящий.* стран. 57, стр. 5. Сего 1753 года в июле месяце выставлен был мною электрический прут *ab* [фиг. 3] на высоком дереве в деревне, который сквозь стеклянные тощие цилиндры *cd* был просунут и прикреплен к шесту шелковыми снурками. От него протянута была по обычаю проволока в окно и привешен железный аршин⁶ от края другого неотделанного окна расстоянием на один фут. При том были два указателя. Один состоял просто из нити, к аршину привешенной, другой *f* из многих наподобие кисти, который, несмотря на колебание от ветра, коническою фигурою электрическую силу мог показывать. Во 12 число июля, в первом часу пополудни взошла темная туча, частыми блистаниями и тресками сильная. Для наблюдения перемен стоял я близ аршина и, не имея в близости других инструментов, употребил прилучившийся топор, который к сему делу довольно пристроен ради трегранных углов и что сухое топорище при великой электрической силе вместо шелковой или стеклянной обыкновенной подпоры служить могло. Между прочими наблюдениями сии два примечания достойны быть кажутся. Первое: выскакивали искры с треском бесперерывно, как некоторая текущая материя, из самых углов, в расстоянии неполного дюйма, когда, топор приводя, рукою держал за железо. Но когда к нему не прикасался, тогда конический шипящий огонь на два дюйма и больше к оному простирался. Второе: в сем состоянии внезапно из всех углов *eeee* неравных бревен, бок окна составляющих, шипящие конические сияния⁷ выскочили, и к самому аршину достигли, и почти вместе у него соединились. Продолжение времени их не было больше одной секунды, ибо великим блеском, с громом почти соединенным, всё, как бы угаснув, кончилось.

IX. *Рассматривать искры.* стран. 59, строк. 13. Натуральной электрической силы искра между железным прутом и перстом изображена фигурю четвертою.



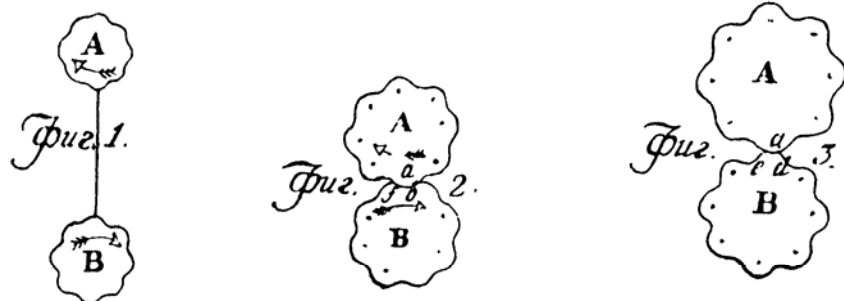
Х. Господина профессора Рихмана. стран. 61, строк. 14. О скоропостижной его смерти обстоятельствах две вещи упомянуть должно. 1) Что некоторые из них не во всем точно в Ведомостях поставлены,¹¹ откуда произошли неправильные ученых толкования. 2) Немало без упомяновения пропущено, что в догадках произвело недостаток. До первого надлежит, что окно с [фиг. 5] в сенях, у которого он стоял в *a*, было всегда затворено, чтобы привешенной нити указателя не качал ветер. Однако отворено было окно *e* в ближнем покое *efdg*, и двери *d* пола была половина, так что движение воздуха быть могло с протяжением проволоки согласно. Ибо тень от domu к северу и к грозе склонялась, откуда соединенная со стрелою проволока по *ihba* простиралась и была близ вырванной ободверины *i*. Мушенброкковой машины¹² при том не было, но конец линеала¹³ стоял в опилках для того, чтобы электрическая сила из углов не терялась и указатель бы не шатался. Что до второго касается, то не упомянуто, что было у покойного Рихмана в левом кафтанном кармане семьдесят рублей денег, которые целы остались. 3) Часы, что в углу *f* между по́лою дверью и отворенным окном стояли, движение свое остановили, а в другом углу *g* с пёчи песок разлетелся. 4) Молнию, извне к стреле блеснувшую, многие сказывали, что видели. При сем сообщается профиль оных сеней, где убит профессор Рихман [фиг. 6]. В *h* стоял он, голова его была против *g*, в *m* стоял мастер Соколов.¹⁴ В *s* вырван из двери иверень¹⁵ и вскинут в *d*; *ab* — оторванная часть ободверины.



и взаимодействие атомов воздуха зависит от вращательного движения их. Но два шарообразные тела, совершенно гладкие, помещенные рядом друг с другом и приведенные в самое быстрое вращательное движение, не могут взаимодействовать так, чтобы отталкивать друг друга. Итак, здесь еще раз подтверждается доказанная выше (§ 8) истина и видна изобретательность предусмотрительной природы, которая очень часто одним и тем же средством производит в телах разные действия. Так, здесь шероховатость атомов воздуха служит как для передачи теплоты его другим телам (§ 8), так и для осуществления упругости.

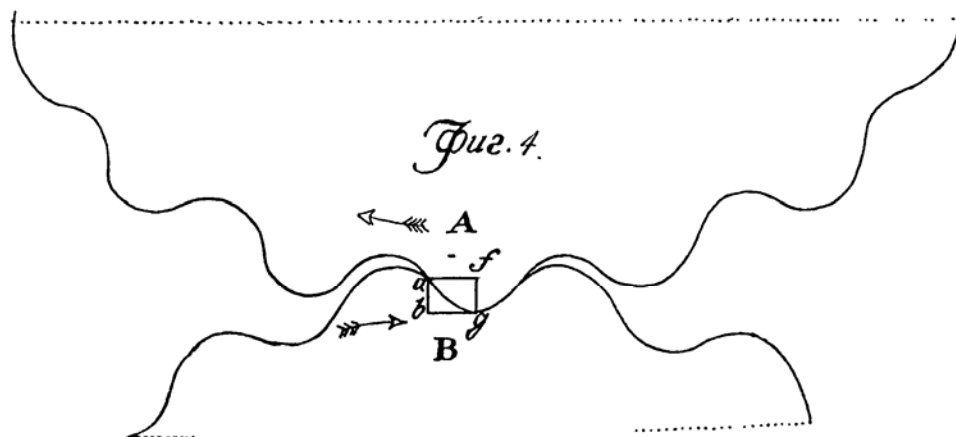
§ 16

Итак, пусть два атома воздуха *A* и *B* отстоят друг от друга, причем *A* находится выше *B* [фиг. 1]. Пусть оба весьма быстро вращаются таким образом, что часть поверх-



ности атома *A*, обращенная к атому *B*, передвигается в направлении, противоположном тому, в котором движется часть поверхности атома *B*, обращенная к атому *A*, как показывают стрелки. Пусть во время вращательного движения атом *A* падает от силы тяжести на атом *B*; при соприкосновении их неровности совпадут так, что либо выступ *a* атома *A* попадет во впадину *b* атома *B*, как на фиг. 2, либо будет давить на самый выступ *d* атома *B*, как показывает фиг. 3. В первом случае выступ *a* атома *A* должен при поднятии из впадины *b* перевалить выступ *f* [фиг. 4],

так что атомы A и B друг от друга отойдут на расстояния gf или ab за то ничтожное время, пока стремящиеся в противоположных направлениях поверхности атомов A и B пробегут дугу ga . Во втором случае атомы в месте соприкосновения будут продвигаться друг подле друга до тех



пор, пока выступ a атома A не попадет во впадину e атома B [фиг. 3]. А дальше все последует, как это должно быть в первом случае.

§ 17

При этом расположении, так как отдельные атомы имеют вес, то силою тяготения один атом будет падать на другой. Находясь в быстром вращении, атомы после соприкосновения сейчас же оттолкнутся друг от друга — как мы это показали в предшествующем параграфе. Так как, однако, при огромном множестве атомов, не может случиться, чтобы каждый падал на верхнюю точку поверхности нижнего атома, то поэтому их отталкивательное действие будет чаще всего происходить по линиям, более или менее наклонным к горизонту, и таким образом сила упругости будет проявляться во все стороны.

§ 18

Выясненное сейчас взаимодействие атомов показывают также волчки, которыми играют мальчики на льду. Действительно, два таких волчка, приведенные в очень быстрое

[ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА, ИЗЛОЖЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКИ М. ЛОМОНОСОВЫМ. 1756 г.]

Электричество и свет передается эфиром.

14

THEORIA ELECTRICITATIS METHODO
MATHEMATICA CONCINNATA,
AUCTORE M. LOMONOSOW. 1756

[ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА, ИЗЛОЖЕННАЯ
МАТЕМАТИЧЕСКИ М. ЛОМОНОСОВЫМ. 1756 г.]

Первая страница рукописи труда М. В. Ломоносова: „Theoria
electricitatis methodo mathematica concinnata*4.

=Й&5=

DISPOSITIO OPUSCULI

Caput 1. Praeliminaria continet.

— 2. De aethere et igne.

— 3. De structura corporum sensibilium.

— 4. De productione Electricitatis primitivae.

— 5. De productione Electricitatis derivativae.

— 6. Explicatio phaenomenorum artificialium.

— 7. Explicatio phaenomenorum naturalium.

— 8. Prognosticon de successibus doctrinae de Electricitate[^]

N3. Corpora, quae unum colorem reflectunt, alterum trans-
mittunt, sunt semiopaca, et eodem modo id praestant quemad-
modum vitra rubinea, quae quo crassiora eo magis ad rufum,
quo tenuiora ad caeruleum accedunt.

Caput 1

CONTINENS PRAELIMINARIA

De f i n i t i o n e

§ 1. Vis electrica est actio, leviores frictiones in corporibus
sensibilibus excitata, quae in viribus repulsivis et attractivis,
item in luce atque igne productis consistit.

a На полях приписано Coepta est 5 apr. 1756.

b Зачеркнуто praesertim.

c Зачеркнуто potissimum excitata.

d Сначала далее следовало vires repulsivas et attractivas, item lucem. atque ignem gignit quae diu durat.

Перевод Я. М. Боровского

РАСПОЛОЖЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПО ГЛАВАМ а

Глава 1. Содержит предварительные данные.

— 2. Об эфире и огне.

— 3. О строении чувствительных тел.

— 4. О получении первичного электричества.

— 5. О получении производного электричества.

— 6. Объяснение искусственных явлений.

— 7. Объяснение природных явлений.

— 8. О будущих успехах учения об электричестве.

№. Тела, которые один цвет отражают, а другой пропускают, наполовину прозрачны и обнаруживают это так же, как рубиновые стекла, которые чем толще, тем более приближаются к красному, чем тоньше, тем более — к синему.

Глава 1

СОДЕРЖАЩАЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Определение 1

§1. Электрическая сила есть действие, вызываемое легким трением в чувствительных телах и в состоящее в силах отталкивательных и притягательных, а также в производстве света и огня.

а На полях приписано Начата 5 апр. 1756 г.

Зачеркнуто преимущественно.

Сначала далее следовало порождающее отталкивательные и притягательные силы, а также длительный свет и огонь.

270 Труды по физике 1753—1765 гг.

Scholium

§ 2. Levior frictioa inculcatur in definitione, ut a collision[^] qua ex chalybe et silice scintillae excitantur, distingui possit haec actio; 2) verbo praesertim utimur, ut frictio, tanquam fortior causa, quam aliae, in generanda electricitate agnoscatur, nee calefactio et aliae forte metbodi electricam vim producendi negari aut negligi a nobis videantur.0 Qua ratione vis electrica in corporibus excitatur quibusque modis ac machinis, eorum descriptioni supersedemus, eis contenti, quaed ad scopum nostrum pertinent: non enim doctrinam de electricitate integram tractamus, sed ea solum proponere instituimus, quae ad deducen-

dam et confirmandam veram el. theoriam conferunt; caetera ut notissima supponimus.

a Зачеркнуто et haec praesertim.

* Зачеркнуто aliarum causa.

c Зачеркнуто

Def initio 2

§ 3. Corpus electrificatum est, quod vim electricam exserit. Primitive electricum, quod frictione immediate <elect> earn concipit; derivative electrificatum dicitur, quod productam jam primitive earn vim in se recipit-
Scholium

§ 4. Experimentis sexcentis exploratum et confirmatum est 1) pleraque corpora frictione fieri electrica, cu jus nodi sunt potissima et fortissima <succinum> electrum seu succinum, unde et nomen vis sortita est, vitrum» lacca sigillatoria, sulfur, resina et <pleraque> alia; 2) mult a imo plura corpora frictione.

d Зачеркнуто ad demonstrandam et docendam et demonstrandam nostram theoriam.

Теория электричества

27T

Изъяснение

§ 2. 1) Легкость трения включается в определение, чтобы можно было отличать это действие от удара, которым из огнива и кремня высекаются искры; 2) словом „преимущественно" мы пользуемся для того, чтобы указать на трение как более сильный источник электричества, чем другие^ и не подать повода думать, что мы отрицаем или недооцениваем нагревание и возможные другие способы получения электрической силы. а Каким порядком возбуждается в телах электрическая сила, какими способами и машинами, мы описывать не будем, довольствуясь тем, что относится кб нашей задаче, ибо мы не разрабатываем полного учения об электричестве, но поставили себе целью изложить то, что способствует выводу и подтверждению истинной теории электричества; а остальное предполагаем общеизвестным.

* Зачеркнуто

Определение 2

§ 3. Электризованным называется такое тело, которое проявляет электрическую силу. Первично электрическим называется такое, которое

воспринимает ее непосредственно трением; производно
электризованным— такое, которое принимает в себя эту силу уже после
того, как

она первично произведена.

Изъяснение

§ 4. Сотнями опытов установлено и подтверждено: 1) что от трения
электризуются многие тела, главнейшие и наиболее сильные из которых
электр, или янтарь, от которого эта сила и получила свое название,
стекло, сургуч, сера, смола и <многие> другие; 2) что многие тела»
и даже большинство тел, от трения. . .

б Зачеркнуто доказательству и изложению и доказательству нашей
теории.

272

Труды по физике 1753—1765 гг.

Definitio 2

§ 3. Vis electrica repulsiva est, qua partes corporis electri-
zati a se invicem recedere conantur.

Scholi on

§ 4. a Innotuit hoc universim per repulsionem fili a regula,
quod indicis loco adhibetur, item per dispersionem arenae ex
clepsidrab et aquae, ex quolibet vase fluentis et coniformem.
figuram exhibentis, 0 denique ex plurimorum corporum disrup-
tione, fulminea electricitate tactorum, d qua durissima ligna fissa
sine adustione sunt, ferramenta sclopetorum, e non obstante coch-
learum firmamento, dissoluta et dissecta, metalla sine ignis ves-
tigiis liquefacta, fatiscentibus laxata cohaesione partibus.

Definitio 3

§ 5. Attractiva electrica vis est, qua corpora f leviora non
electrizata ad electrizata alliciuntur, et vice versa.

Sch ol i o η

§ 6. Secundum vim resistentiae fit, g ut corpus electrizatum k
sive electricae virtutis exors accedit ad corpus magis resistens.

a Было начато и зачеркнуто Apparet.

b Зачеркнуто fluentis guttarum.

0 Зачеркнуто item.

d Зачеркнуто disruptione.

β Зачеркнуто cochleis ferreis non.

' Зачеркнуто electrica.

g Зачеркнуто ut, si fuerint duo corpora in vicinia, seu intra terminoe actionis electricae, corpus levius accedit <versus> ad corpus gravius, sit ne electri. . .

h Зачеркнуто sive ad id admotum.

Теория электричества

273

Определение 2

§ 3. Отталкивательной называется электрическая сила, при наличии которой части наэлектризованного тела стремятся отойти друг от друга.

Изъяснение

§ 4. Это получило общую известность по отталкиванию от линейки нити, служащей указателем; затем по рассеиванию песка в песочных часах иа воды, вытекающей из любого сосуда и показывающей конусообразную фигуру; наконец, по разрыву некоторых тел, затронутых громовым электричеством, которое раскалывает, не обжигая, самое твердое дерево, раздробляет и расщепляет железные части ружей, несмотря на то, что они укрепленыб винтами; ожижает металлы без следов огня, разрушая сцепление распадающихся частей.

Определение 3

§ 5. Притягательной называется электрическая сила, которою легкие неэлектризованные тела притягиваются к электризованным и наоборот.

Изъяснение

§ 6. Соответственно силе сопротивления,1* тело как электризованное, так и не обладающее электрическим свойством, подвигается к телу, более сопротивляющемуся. Например нить, обладающая электричеством, подвигается к неэлектри- а Зачерпнуто капель.

б Зачеркнуто железными.

в Зачеркнуто Если два тела находятся одно близ другого или в пределах действия электрической силы, то более легкое тело подвигается к более тяжелому, будет ли оно электризованным.

18 Ломоносов, т. III

274

Труды по физике 1753—1765 гг.

Ex. gr. filum, electricitate praeditum, accedit ad digitum пол
electrisatum, et contra, filum manu non electrisata ad corpus
electrisatum si admovetur, ad id tendens manum praecurrit.

Definitio 4-ta

§ 7. Lumen electricum est duplex: profluum et concrepans.
Profluuma actione continua ad oppositum corpusb non electricum
ex electricis aut contra ex non electrico ad electricum⁰ tendit
ex cuspidata summitate progrediens sine ullo sensibili calore[>]
cum aliquo susurro. Concrepans lumen, inter duo corpora
electricum et non electricum vix sensibili temporis intervallo erum-
pens, sonum edit, et pro magnitudine vis utrumque concutit[^]
manumd aut aliam partem⁶ vivi animantisf vellit, non sine doloris
sensu.

Scholium

§ 8. Lumen concrepans vocatur etiam scintilla electrica, sive
lumen electricum mas; lumen profluens foemina appellatur.

Definitio 5

§ 9. Ignis electricus est, qui in combustili corpore electrico»
per non electricum aut in non electrico per electricum excitatur
prosiliens lumine concrepante.

a Зачеркнуто quod.

" Зачеркнуто electricum sive non electricum.

c Зачеркнуто accedit.

d Зачеркнуто vellicat.

6 Зачеркнуто viventium.

f Зачеркнуто sensibiliter.

Теория электричества

275

зованному пальцу, и наоборот, если поднести нить неэлек-
тризованной рукою к электризованному телу, то она
забегает вперед руки к последнему.

Определение 4

§ 7. Электрический свет бывает двоякого рода:
вытекающий и дающий треск. Вытекающий направляется непрерывно
из электризованного тела к находящемуся против него не-
электризованному и, наоборот, из неэлектризованного
к электризованному, выходя из заостренной вершины, без
какой-либо ощутимой теплоты, с некоторым шумом. Дающий

треск свет, вырывающийся между двух тел —
электризованного и неэлектризованного — в едва заметный промежуток
времени, издает звук и, сообразно величине силы,
сотрясает оба тела; она щиплет руку или другую часть живого
существа, причиняя ощущение боли.

Изъяснение

§ 8. Дающий треск свет называется также электрической
искрою, или мужским электрическим светом; вытекающий
свет называется женским.

Определение 5

§ 5. Электрическим огнем называется огонь, который
возбуждается в горячем электризованном теле неэлектри-
зованным или в неэлектризованном электризованным, причем
проскакивает дающий треск свет.

а Зачеркнуто чувствительно.

18*

276 Труды по физике 1753—1765 гг.

Scholi on 1

§ 10. Haec sunt universales actiones electricae, quae defini-
tionema illius constituunt. Reliquae, b combinatione aut intensitate
virium differentes, producuntur arte aut natura.

Scholi on 2

§ 11. De identitate naturalis electricitatis, quae in fulmineis
tempestatibus non sine stupore mortalium sese manifestavit, cum
artificiali nemo jam amplius dubitat, ne iis quidem, reor, exceptis,
qui ante aliterd sentiebant. Hinc nee phaenomena et experimenta,
quae circa naturalem electricitatem facta sunt, ad confirmandam
banc theoriam assumi posse, nemo ibit inficias.

Experientia 1

§ 12. Quando sphaera vitrea rotatur circa axem suum, nullo
corpore solido appposito, quod, 6 superficiem illius tangens, illam
leviter fricat, nulla vis electrica exoritur, nullo dato signo
attractionis aut repulsionis electricae, nullum lumen profluum aut con-
crepans, sentitur; at, quamprimum manus superficiei admovetur/
illam fricans, exoritur vis electrica, attractu levium* materiarum
praesentiam sui ostendens. Id autem fieri etiam solet sine rota-
tione vitri, quando cylindrus vitreus sive bacillus laccae sigU-
latoriae tantum fricatur.

a Зачеркнуто ejus.

b Зачеркнуто compositione.

0 Зачеркнуто differentia.

d Зачеркнуто arbitrabantur dissentientibus.

6 Зачеркнуто juxta.

f Зачеркнуто fricans.

8 Зачеркнуто corpusculorum.

Теория электричества

277

Изъяснение 1

§ 10. Это — общие действия электричества, входящие в его определение. Остальные действия, различающиеся по комбинации или величине сил, производятся искусством или природою.

Изъяснение 2

§ 11. Никто более уже не сомневается в тождестве природного электричества, проявившегося, к устрашению смертных, в грозовых молниях, с искусственным, не исключая, полагаю я, даже тех, кто раньше думал иначе. Поэтому никто не станет отрицать, что для подтверждения этой теории можно пользоваться наблюдениями и опытами, относящимися к природному электричеству.

Опыт 1

§ 12. Когда стеклянный шар вращается вокруг своей оси, и к нему не приложено какое-либо твердое тело, которое, прикасаясь к его поверхности, слегка натирало бы ее, то не возникает никакой электрической силы, нет никакого признака электрического притяжения или отталкивания, не ощущается никакого света, ни вытекающего, ни дающего треск. Но как только рука прикасается к поверхности шара, натирая его, то возникает электрическая сила, обнаруживающая свое присутствие притяжением легких материй. Но это происходит и без вращения стеклянного шара, если только потереть стеклянный цилиндр или палочку сургуча.

278

Труды по физике 1753—1765 гг.

Corollarium 1

§ 13. Frictio igitur causa est excitatae electricitatis artificialis.

Scholium

§ 14. Posse quidem excitari vim electricam aliis modis non nego, ut fit calore et concussione in sulphure; in omnibus tamen frictionis species supponi potest, praesertim cum ea jam ab antiquis temporibus in succino, ut causa electricitatis, innotuit, et nostra tempestate celebratissima experimenta per eam facta maxime mirabilia phaenomena produxerunt.

Corollarium 2

§ 15. Vis centrifuga et centripeta alicujus subtilis materiae ad productionem electricae virtutis adeo suspecta et dubia est, cum frictio necessario huc requiratur, b per quam sine rotatione (a qua vires centrales proficisci solent) vis illa exoritur.

Definitio 3d

§ 16. Corpora sensibilia bifariam dividuntur: in electrica primitiva⁶ atque in electrica derivativa. Priorum natura ita est comparata, ut vim electricam per frictionem concipiant et aliis a

Зачеркнуто praesertim.

с Зачеркнуто frictionem.

d Сначала было написано, а затем зачеркнуто Experientia 2.

е Зачеркнуто et.

f Зачеркнуто prim.

Теория электричества

279

Присовокупление 1

§ 13. Трение, следовательно, есть причина возбуждения искусственного электричества.

Изъяснения e

§ 14. Не отрицаю, что можно возбудить электрическую силу и другими способами; например, она появляется в сере от нагревания и сотрясения. Во всех случаях, однако, можно предположить род трения, тем более, что по янтарю оно известно уже с древних времен как причина электричества, а в нашу эпоху сделанные посредством трения знаменитые опыты произвели в высшей степени удивительные явления.

Присовокупление 2

§ 15. Центробежная и центростремительная сила какой-либо тонкой материи в отношении производства

электричества вызывает довольно сильные подозрения и сомнения, ибо при этом совершенно необходимо трение, от которого электричество образуется без всякого вращения (необходимого для возбуждения центральных сил).

Определение 3

§ 16. Чувствительные тела подразделяются на два вида: первично электрические и производно электрические. Природа первых такова, что они при трении приобретают электриче-
280

Труды по физике 1753—1765 гг.

communicando impertiantur, posteriora vero hac dote carent et facultatem possident recipiendi atque propaganda natam virtutem a prioribus, quae derivative electrica fulciendod propagationem praeccludunt.

Scholium

§ 17. Potiora primitivae electricitatis corpora sunt: succinum, sulphur, lacca sigillatoria, vitrum, serica et alia complura, praesertim resinosa; derivant et propagant earn vim aqua, metalla omnia et animalia, praesertim viva. Innumera corpora gradu derivativae electricitatis differunt, ita ut pleraque® propius ad primitiva accedant.

Corollarium

§ 18. Cum igitur non omnia corpora aequae electricam vim in se gignant et recipiant, sub iisdem reliquum circumstantiis, patet ergo ab eorum diversa natura id proficisci;] t e adeo in theoria electricitatis condenda f ea perscrutetur, necesse est, ut appareat, unde tanta differentia proficiscatur.

Corollarium 2

§ 19. Quicumque itaque electrica phaenomena explicaturus aggreditur, nee tamen in diversitatem corporum primitive et derivative electricorum inquirat, frustra est; quod tamen plerique,.

a Зачеркнуто a prioribus natam illam.

b Зачеркнуто possident et.

c Зачеркнуто possident facultatem.

d Зачеркнуто vim eorum.

й Зачеркнуто vix aliquid.

' Зачеркнуто perspiciendum est unde

Теория электричества

28Г

скую силу и могут сообщать ее другим телам; вторые же лишены этого качества и имеют способность воспринимать- и распространять силу, возбужденную первыми, которые, если служат поддержкой для производно электрических тел,, преграждают путь распространению электрической силы.

Изъяснение

§ 17. Важнейшие первично электрические тела: янтарь, сера, сургуч, стекло, шелк и некоторые другие, главным образом, смолистые; принимают и распространяют эту силу вода, все металлы и животные, особенно живые.

Бесчисленные тела различаются степенью вторичного электричествау так что многие⁸, приближаются к первичным.

Присовокупление

§ 18. Так как не все тела, при одних и тех же условиях, одинаково порождают в себе электрическую силу и воспринимают ее, то ясно, что это происходит от их различной природы; поэтому необходимо ее исследовать при построении теории электричества, чтобы выяснить, откуда происходит такое различие.

Присовокупление 2

§ 19. Итак, если кто, приступая к объяснению электрических явлений, не исследует различия тел, первично и производно электрических, трудится тщетно; а между тем это а Зачеркнуто едва сколько-нибудь.

.282

Труды по физике 1753—1765 гг.

'fere omnes, hucusque fecerunt, subtilibus materiis solum ad-
•dicti.

Cor ollarium 3

§ 20. Cum structuram corporum internam maxime chymiaa expiscatur, sine ea ergo angustus, imo nullus, est aditus in corporum interiora at que adeo ad veram electricitatis causam ^clausus est.

Experientia 2

§ 21. In corporibus electrisatis duo praesertim phaenomena eaque primaria spectantur: 1) electrica vis ultra superficiem cor- jDorum electrisatorum agit, attrahit, repellit, lucem et ignem pro-

ducit; 2) per 0 corpora derivativae electricitatis spatio adeo notabili multorum parasangarum insensibili tempusculo propagata «eosdem ac in vicinia exerit effectus.

Corollarium 1

§ 22. Phaenomena electrica: attractio, repulsio, lumen, et ignis in motu consistunt. Motus sine alio moto corpore excitari inon potest. Corpora vero remota ab electratis corporibus non attinguntur. Dari ergo debet materia insensibilis fluida, quae
*extra corpus electricum diversatur et, vi illius modificata/ ejusmodi exerit effectus.

a Зачеркнуто perpendit.

b Зачеркнуто adeo.

0 Зачеркнуто spacium multorum.

d Зачеркнуто per contactum.

β Зачеркнуто inter.

* Зачеркнуто afficit appropinquantia.

Теория электричества

283

и делало до сих пор большинство ученых, почти все, отдавая полностью свое внимание так называемым тонким материям.

Присовокупление 3

§ 20, Так как внутреннее строение тел выведывает главным образом химия, то без нее труден, даже невозможен доступ к их глубинам и тем самым к раскрытию истинной причины электричества.

Опыт 2

§ 21. В электризованных телах наблюдаются главным образом два основные явления: 1) электрическая сила действует за пределами поверхности электризованных тел, притягивает, отталкивает, производит свет и огонь; 2) распространяясь через производно электрические тела на весьма большое расстояние многих миль в ничтожное время, она производит те же действия, что и вблизи.

Присовокупление 1

§ 22. Электрические явления — притяжение, отталкивание, свет и огонь — состоят в движении. Движение не может быть возбуждено без другого движущегося тела. Но тела,

удаленные от электризованных тел, не находятся в соприкосновении с ними. Поэтому должна существовать нечувствительная жидкая материя, которая распространяется вне электризованного тела и, изменяемая его силой, производит такого рода действия.

а Зачеркнуто воздействует на приближающиеся тела.

284 Труды по физике 1753—1765 гг.

Corollarium 2

§ 23. Quoniam haec phaenomena fiunt in spatio ab aer & vacuo, lux vero et ignis etiam fiunt in vacuo et pendent ab aethere, verisimile ergo videtur, materiam illam electricam cum aethere esse eandem.

Scholium

§ 24. Id ut appareat, inquirendum est in aetheris naturam, quae si ita comparata sit, ut ad electrica phaenomena explicanda sufficiat, satis erit probabile, eam ab aetheris motu proficisci. Denique, si nulla alia materia invenietur, certissima causa electricitatis erit motus aether.

Caput secundum

DE AETHERE

Def initio

§. a Materiam, cujus ope sensus lucis et caloris nobis imprimatur, aetherem ut veteres ita quoque recentiores vocant philosophi.

Scholion

§. Ab aere aequissimo jure illium distinguunt, cum lux et ignis per spatium ab aere vacuum etiam propagantur.

а Параграфы второй главы в рукописи не имеют нумерации.

ь В оригинале описка itaque.

с Зачеркнуто in spatio.

Теория электричества

285

Присовокупление 2

§ 23. Так как эти явления происходят в пространстве, лишенном воздуха, а свет и огонь также происходят в пустоте и зависят от эфира, то представляется правдоподобным, что эта электрическая материя тождественна с эфиром.

Изъяснение

§ 24. Чтобы это установить, необходимо изучить природу эфира; если она такова, что удовлетворительно объясняет электрические явления, то будет достаточная вероятность, что они происходят от движения эфира. Наконец, если не найдется никакой другой материи, то достовернейшей причиной электричества будет движущийся эфир.

Глава вторая

ОБ ЭФИРЕ

Определение

§.а Материю, при помощи которой нам передаются ощущения света и теплоты, как древние, так и новые философы зовут эфиром.

Изъяснение

§. Его совершенно справедливо отличают от воздуха, так как свет и огонь распространяются также через пространство, не содержащее воздуха.

а Параграфы второй главы в рукописи не имеют нумерации.

б Зачеркнуто в пространстве.

286

Труды по физике 1753—1765 гг.

Corollarium

§. Cum in luce et calore diversantes nullum sentiamus obstaculum, aetherem corpus tenuissimum, fluidissimum ad motumque omni generis aptissimum esse facile judicamus.

C orollarium

§. Sine motu nulla in corporibus contingere potest mutation sensatio ergo lucis et caloris, a ut evidentissima mutatio inb organis sensuum, sine0 motu aetheris accidere nequit, atque adeo aether,, ut est ad omnem motum admodum pronus, gaudet actuali motu in producenda luce et calore.

Experientia

§. Quotidiana experientia et institutae observationes factaque pericula abunde docent: ferrum, nondum ignitum, calefactum tamen validissime, ita, ut aquae ebullitionem, mercurii sublimationem, lignorum adustionem producat, ind obscuro loco nullum lucis praebet vestigium. Contra, phosphorus, ligna putrida sine sensibili igne lucent; praesertim vero focus6 radiorum.lunae, vitro caustico condensatorum, etiam frigidissimus, summo gelu vividis-

sine lucet.

Corollarium

§. Lumen ergo sine igne et ignis sine lumine consistere potest,,
atque etiam utrumque simul.

a Зачеркнуто est.

b Зачеркнуто corpore nostro.

0 Зачеркнуто mutatione.

d Зачеркнуто camera.

β Зачеркнуто lunae.

Теория электричества

28Г

Присовокупление

§. Так как при перемещении в свете и теплоте мы не
ощущаем какого-либо препятствия, то естественно принимаемг
эфир за тело тончайшее, весьма текучее и весьма способное
к движению всякого рода.

Присовокупление

§. Без движения в телах не может быть никакого
изменения; поэтому ощущение света и теплоты как весьма
очевидное изменение в органах чувств не может произойти без
движения эфира, и следовательно эфир, как весьма склонный
ко всякому движению, действительно находится в движении,,
производя свет и теплоту.

Опыт

§. Ежедневный опыт, сделанные наблюдения и
произведенные опыты с избытком свидетельствуют, что железо,,
еще не накаленное докрасна, однако весьма сильно нагретое*
так что оно приводит воду в кипение, возгоняет ртуть,,
зажигает дерево, — в темном месте не дает никакого
признака света. Наоборот, фосфор, гниющее дерево светят без
заметного огня; а особенно фокус лунных лучей, собранных.
зажигательным стеклом, весьма холодный, даже при
жесточайшем морозе очень ярко светится.

Присовокупление

§. Итак, свет может существовать без огня, огонь без.
света, а также оба могут быть совместно.

288

Труды по физике 1753—1765 гг.

Theorem a

§. Dantur in aethere diversi ejus motus, quorum alter ad lucem, alter ad ignem producendum inservit.

Demonstrate oa

Ponamus lumen et ignem uno eodemque motu produci: * quoniam autem lumen sine igne et ignis sine lumine existunt (§.), c idcirco, quando ignis d validus sentitur, aether 6 turn est in motu/ cum vero simul nullum lumen apparet, aether in quiete sit necesse est; idem fieri deb ere patet, vividissima luce summe frigida existente. Quod quoniam esset absurdum, necessum igitur est, dari in aethere diversos motus, quorum alter ad lumen, alter ad lucem producendam inservit.

D e finitio

§. Motus g omnium corporum tres tantum concipi et fieri possunt, ad quos reliquae eorum species referuntur: 1) progressivus, ubi totum corpus continuo situm suum mutat, 2) gyratorius, quando corpus in eodem situ persistendo circa axem fixum sive mutabilem rotatur, 3) tremulus, quando corpus b creberrimis reciprocationibus ultro citroque agitur, spatiolo perexiguo.

a Зачеркнуто Lumen et ignis producuntur motu aetheris (§) quando igitur lux sine igne producitur (§) causa ignis non agit <cessat>, hoc est -<motus; similiter quando> aether quiescit. Si igitur ponimus eodem motu jgenerari ignem quo lux exoritur; necesse est, ut causa ignis.

ь Зачеркнуто quando.

с Зачеркнуто quando.

d Зачеркнуто з те lumine.

6 Зачеркнуто consistit.

* Зачеркнуто quoniam autem.

% Зачеркнуто subtilium.

Зачеркнуто in brevissimis.

Теория электричества

289

Положение

§. В эфире существуют различные движения его, из эсоторых одно служит для возбуждения света, другое — огня.

Доказательство*

Предположим, что свет и огонь производятся одним и тем же движением; так как свет существует без огня

за огонь без света (§), то, когда ощущается сильный огонь, эфир находится в движении; а когда при этом нет света, то эфир должен быть в покое: очевидно, то же самое, должно быть и при существовании яркого света, совершенно холодного. Но так как это — нелепость, то по необходимости должны быть в эфире разные движения, из которых одно производит свет, другое — огонь.

Определение

§. Для каждого Б тела можно представить себе и могут существовать лишь три движения, к которым сводятся остальные виды движений: 1) поступательное, когда все тело непрерывно меняет свое положение; 2) вращательное, когда тело, оставаясь в том же положении, вращается вокруг постоянной или переменной оси; 3) колебательное, когда тело на ничтожном пространстве движется взад и вперед весьма частыми чередованиями.

а Зачеркнуто Свет и огонь производятся движением эфира (§).

Следовательно, когда производится свет без огня (§), то причина огня бездействует, то есть эфир находится в покое. Итак, если мы предположим, что огонь порождается тем же движением, от которого возникает

цвет, то отсюда с необходимостью следует, что причина огня . . .

б Зачеркнуто останавливается»

в Зачеркнуто тонкого.

19 Ломоносов, т. II

290 Труды по физике 1753—1765 гг.

Scholium

§. Motus hi intelliguntur de corporibus solidis, sive fuerint sensibilia, seu a sensibus remota. Posteriora ad quaestionem nostram pertinent. Nempe aetheris moleculas posse ferri ex loco in locum, rotari, tremere, ex definitione apparet.

Cor ollarium

§. Quoniam nihil obstat, quin corpus, motu locali tendens, etiam circa axem rotetur aut tremat, atque omnes tres motus in uno eodemque corpore simul vigeant.

Cor ollarium

§. Mirum igitur non est, lumen et ignem in eodem corpore actione aetheris simul excitari.

Corollarium

§. Quoniam duo tantum motuum genera, ad lumen alterum, alterum ad ignem producendum, in aethere requiruntur, unus igitur eorum ad hos effectus non inservit.

Scholium

§. Causa nempe proxima cujusque effectus est unica, remotae possunt esse plurimae, imo a naturae oppositae. E. gr. b pluviae proxima causa est major vis ponderis particularum aquae, quam vis cohaesionis cum particulis aeris, qua illae in atmosphaera

* Зачеркнуто contrariae.

b Зачеркнуто vegetationis cessatio est proxima.

Теория электричества

297

Изъяснение

§. Эти движения предполагаются как движения твердых тел, все равно, ощутимы последние или нет. Нашему исследованию подлежат вторые. Итак, из определения видно, что молекулы эфира могут переноситься с места на место, вращаться и колебаться.

Присовокупление

§. Так как ничто не препятствует тому, чтобы тело, устремляющееся поступательным движением, вращалось также около оси или колебалось, и чтобы в одном и том же теле ^одновременно существовали все три рода движения»

Присовокупление

§. Поэтому неудивительно, что в одном и том же теле действием эфира одновременно возбуждаются свет и огонь.

Присовокупление

§. Так как требуются только два рода движений в эфире, одно для возбуждения света, другое — огня, то одно из них не участвует в произведении этих явлений.

Изъяснение

§. Ближайшая причина каждого явления — одна, отдаленных же может быть множество, и даже противоположной природы. Например,* ближайшая причина дождя есть преобладание силы тяжести частиц воды над силой сцепления
Зачеркнуто прекращение жизни растения есть ближайшая.

292 Труды по физике 1753—1765 гг.

sustineri solent. Remotae causae possunt esse et calor et frigus: calor, cum rarefactus aer pauciora puncta superficiei aquearum particularum attingit,* levius cum ipsis cohaeret; frigus vero, quando, contrahente sese aere, particulae aquae veniunt ad mutuuum contactum, confluunt in guttas, et crescente soliditate earum in ratione triplicata, superficie vero in duplicata solum/ quarum priori gravitas, posteriori cohaesio commensuratur; hinc praevalente vi ponderis vim cohaesionis guttae descendere coguntur.

Scholium

Videndum igitur incumbit, quemnam motum ex his causis natura exclusit, quosque ad lumen et ignem producendum adaptavit.

Lemm a

§. Motus tremuli⁶ prope infinite diversorum generum in corporibus fluidis propagantur quaque versum, etiam secundum directiones quascunque transversas et contrarias, in rectis lineis.

Demonstratio

Quot sonorum sunt genera/ quivis facillime repraesentare sibi potest, quamprimum consideravit diversos tonos musicos,

* Зачеркнуто minus.

b Зачеркнуто gravitas.

c Зачеркнуто rest[at].

d Зачеркнуто quoniam motus sit excludendus, quique.

6 Зачеркнуто corporum fluidorum.

f Зачеркнуто quicumque.

Теория электричества

293

их с воздушными частицами, поддерживающей их в атмосфере. Отдаленными же причинами могут быть и теплота и холод: теплота, так как разреженный воздух касается меньшего числа точек поверхности водных частиц и менее прочно связан с ними; а холод, так как вследствие сжатия воздуха частицы воды приходят во взаимное соприкосновение, сливаются в капли; при этом объем их возрастает в тройном отношении, а поверхность только в двойном, но первый соразмерен с тяжестью, вторая — со сцеплением, а потому

вследствие преобладания силы тяжести над силою сцепления капли побуждаются к падению.

Изъяснение

§. Итак, необходимо посмотреть, какое именно движение природа исключила из этих причин и какие она приспособила для произведения света и огня.

Лемма

§. Почти бесконечно разнообразные роды колебательного движения распространяются в жидких телах во все стороны, даже и в направлениях, взаимно поперечных и противоположных, по прямым линиям.

Доказательство

Сколько имеется родов звуков — каждый может очень легко себе представить, если примет в соображение различ-

294 Труды по физике 1753—1765 гг.

diversae intensitatis a diversis instrumentis profectos, item ex collisione, frictione, disruptione corporum tot tamque diversorum generum enatos fragores, sibilos, stridores, tintinnationes, susurros etc., a porro hominum et animalium voces, quae in tot millibus distinguuntur, ut non solum homines notos verum etiam canes ex latratu agnoscimus et ab aliis distinguimus, denique articulatas voces, et quidem in tot diversis linguis. Hos tamen sonos omnes produci et propagari motu tremulo corporis fluidi, nempe aeris, nemo Physicorum dubitat, et ita quidem propagari, ut, si unus occur[at]at quacunque directione alteri, utriusque sensum auditui imprimi; nempe, si intensiones eorum sunt utcunque aequales, nee una multo sit fortior altera et auditus organa sola occupet.

E. g. sit in a vox et loquela hominis, in b cantilans Iuscinia, in c chelidis modulatio, in d tornatoris stridor, in e tinabulum, in / prorumpentis ex aeolipila vaporis sibilus; quae si utcunque aequalis fuerint intensitatis, ex quolibet puncto peripheriae audietur quilibet sonus distincte, ad quern magis attendimus, praesertim, si ad eum dirigitur tubus acusticus, auri applicatus, altera clausa. Ex his evidentissime patet motus aeris tremulos propagari per alios opposite et transversim⁶ quacunque directione,

nee ipso suffocari, nisi magno spatio aut nimium majore intensitate soni, atque adeo sequitur motus tremulos corporum

* Зачеркнуто enatos.

* Зачеркнуто variorum.

0 Зачеркнуто denique hominum loquelam variorum, variorum organ...

* Зачеркнуто ebullientis aquae.

6 Зачеркнуто per.

Теория электричества

295

«ые музыкальные тона, различной интенсивности, производимые различными музыкальными инструментами; затем порождаемые от столкновения, трения, ломания тел столь многочисленные и разнообразные шумы, свисты, скрипы, звоны, шелесты и т. д.; далее, голоса людей и животных, которые различаются среди тысяч настолько, что мы узнаем яе только знакомых людей, но даже собак по их лаю и отличаем их от других; наконец, членораздельные слова — и притом на стольких различных языках. Однако никто из физиков не сомневается, что все эти звуки производятся и распространяются колебательным движением жидкого тела, именно воздуха; и распространяются так, что если один звук движется навстречу другому, из какого бы то ни было направления, то оба они действуют на орган слуха, ясонечно, если их интенсивности приблизительно одинаковы л ни один не превосходит намного по силе другой, занимая целиком наш орган слуха. Например, пусть в а будет голос я речь человеческая, в Ъ поющий соловей, в с звуки лиры, á d шум токарного станка, в е колокольчик, в / свист пара, вырывающегося из эолипила.2 Если они примерно одинаковой интенсивности, то из каждой точки окружности будет ясно слышен каждый звук, на который мы обращаем больше .внимания, особенно если направить на него слуховую трубу, приложив ее к уху и закрыв другое ухо. Из всего этого ^вполне очевидно, что колебательное движение воздуха распространяется навстречу другим и поперечно в любом направлении, и этим не заглушается — иначе как на большом

.пространстве или при чрезмерном преобладании
интенсивности [другого] звука, откуда следует, что колебательные
движения жидких тел распространяются во все стороны,

295 Труды по физике 1753—1765 гг.

fluidorum propagari quae una versum, etiam secundum directiones.
quascunque transversas et contrarias.

Scholium

§. Idem ob oculos ponunt undae aquarum, scilicet* tranquillo
aere projecti in superficiem aquae lapides in locis diversis
singula proprias excitant undulationes, a puncto incidentiae recto
tendentes quaque versum, necb occursum statim sistuntur aut
turbantur, sed eousque durant, quandiu vis impressa aliis causis
non obtunditur.

Corollarium

§. Cum aether sit corpus fluidum, sequitur lucem posse per
eum propagari motu ipsius tremulo.

Lemma

§. Motus corporum fluidorum progressiva secundum
directiones quascunque transversas et contrarias eodem in loco simul
fieri non possunt linea recta.

Demonstratio

Ind sensibilibus corporibus haec fieri non posse nemo non:
perspicit. Quis enim putet, aerem eodem tempore et eodem in*

* Зачеркнуто *serena tempestate*].

b Зачеркнуто *conflictu*.

β Зачеркнуто *propagari*.

d Зачеркнуто *palpabilibus*.

β Зачеркнуто *id*.

f Зачеркнуто *eundem*.

Теория электричества

297

по всевозможным направлениям, и поперечным, и
встречным.

Изъяснение

§. То же наглядно показывают волны воды: а именно,
если при спокойном воздухе бросить в разные места
водной поверхности камни, то каждый в отдельности
вызывает собственные волны, которые направляются прямо

от точки падения во все стороны и, встречаясь друг с другом, не останавливаются и не возмущаются, но продолжаются до тех пор, пока приложенная сила не притупится по другим причинам.

Присовокупление

§. Так как эфир — тело жидкое, то, следовательно, свет может распространяться в нем колебательным его движением.

Лемма

§. Поступательные движения жидких тел в любых направлениях, поперечных и встречных, одновременно в одном и том же месте не могут совершаться по прямой линии.

Доказательство

Что это не может произойти в чувствительных телах — очевидно для каждого. В самом деле, кто подумает, что»
Зачеркнуто ясной погоде.

Зачеркнуто осязаемых.

.298 Труды по физике 1753—1765 гг.

loco atque adeo eundem ab oriente simul atque occidente
secundum directiones contrarias, quemadmodum propagationes
sonorum hunt, ferri posse? At ex corporibus a sensibus remotis
.absque demonstratione id negari nequit. Ponamus ergo,
quemadmodum Newtonianis placet, materiam lucis esse fere in infinitum
subtilissime divisam, rarissimam, ferri a corporibus lucentibus
motu pernicissimo, uta insensibili temporis momento vastissima
spatia cursu permeet. Quoniam autem lucis radii tarn densi sunt,
ut granulum arenae, vix visui obvium, per microscopium specta-
tum et, quantum fieri potest, ampliatur, b in quolibet puncto
illuminatum spectatur, per omne igitur spatium, quod illuminatum
-est a corpore lucido, 0 quaquaversum densissimi radii sparguntur. d
Porro, ob rapidissimum motum, quaelibet lucis particula* ut
aliquid continuum considerandum f est, etenim id, quod eodem
fere tempore est in vicinia corporis luminosi et illuminati, atque
adeo in quolibet puncto totius distantiae, id vix a continuo
differt. Denique per illam hypothesim praecedentem particulam
Lucis necessario sequi cursu debent aliae numero fere infinitae
pari rapiditate; quae omnes eodem fere temporis puncto in
quolibet puncto viae suae praesto sunt. Sic igitur fingantur
particulae quantumvis exiles atque rariae; ex supradictis tamen

clarissime patet, in toto spatio illuminato nullum fere unquam
*darig spatiolum, quod particula lucis transeundo non occupet,
atque ipsum spatium corpori densoh aequipollens non redderet.

a Зачеркнуто vix sens[ibili].

b Зачеркнуто ex. gratia.

0 Зачеркнуто fluunt densissim[i].

d Было начато и затем зачеркнуто Denique ob perniciosissimum.

θ Зачеркнуто est fere simul in omni puncto tenuissimae distantia[e],
vita eodem.

f Вероятно описка вместо considerata.

£ Зачеркнуто punctum.

ь Зачеркнуто aequivalen[s].

Теория электричества

299

воздух в одно и то же время, в одном и том же месте может нестись с востока и он же одновременно с запада по противоположным направлениям, как распространяются звуки? Но для тел, не доступных чувствам, этого нельзя отрицать без доказательства. Итак, допустим, как учат ньютонианцы, что материя света, разреженная почти до бесконечности, тончайшая, несется от светящихся тел стремительнейшим движением, так что в своем пробеге она проходит огромнейшие пространства в нечувствительный момент времени. Так как лучи света настолько плотны, что зернышко песка, едва заметное глазу, при рассматривании под микроскопом при наибольшем возможном увеличении, видно освещенным в каждой точке, то, следовательно, по всему пространству, освещенному светящимся телом, по всем направлениям рассеиваются очень плотные лучи. Далее, вследствие крайне быстрого движения, любая частица светаа должна рассматриваться как нечто непрерывное; ибо то, что почти в одно и то же время находится вблизи и светящегося и освещаемого тела и, значит, в любой точке всего расстояния между ними, едва отличается от непрерывного. Затем, по этой гипотезе за предшествующей частицей света необходимо должны следовать в своем пробеге другие, почти бесчисленные с одинаковой скоростью; и все они почти в один и тот же момент времени присутствуют в любой точке своего пути. Какими бы тонкими

и редкими мы не представляли себе частицы, все же из сказанного выше совершенно ясно, что во всем освещенном а Зачеркнуто находится почти одновременно в каждой точке мельчайшего расстояния.

300

Труды по физике 1753—1765 гг.

His ita comparatis, sint aliquot corpora luminosa in superficie alicujus circuli disposita abcdef. Lumen ex corpore luminosa manabit versus corpus luminosum d (nam ita constituta sunt, ut unius lumen clarum perveniat ad alterum) et contra ex b a versus, occur[r]et igitur lumen corporis a lumini corporis b. Sic idem fiet inter lumina corporum b et c, e et /. Quoniam autem lumen, ex quolibet corpore egressum est aequipollens corpori denso, ejusmodi luminoso corpore continuo periferia circuli occupari potest, ut ex quolibet* illius puncto ad quodlibet aliud ejusdem lumen tendat necesse est; fieri ergo prorsus non poterit, quin particulae variae vario sensu et infinitis directionibus inter se collidantur, e via recta sese mutuo detrudant et propagationem radiorum, praesertim linea recta, prorsus turbent. Quod quoniam cum experientia et legibus opticis pugnat, fieri ergo nequit, utb non solum corpora sensibilia, verum etiam rarissima et tenuissima (cujusmodi aether a Newtonianis⁰ concipitur) motibus progressivis secundum directiones quascunque transversas et contrarias in eodem loco simul fieri non posse,d praesertim linea recta.⁶ а Зачеркнуто ejus.

ь Зачеркнуто etiam subtilissima.

с Зачеркнуто repraesent[atur].

d Фраза осталась не вполне отредактированной. Вместо fieri poposse следует читать ferantur.

e На полях приписано №. 2-da demonstrate fiat ex transitu lucis per pellucida ex quolibet puncto ad quodlibet. Si progressivus est, vitrum debet esse integrum nil nisi foramen et omni materia vacuum. Optime deducatur.

Теория электричества

301

пространстве не будет почти ни в какой момент никакого

ничтожного промежутка, которого не занимала бы на своем пути световая частица и не делала бы само пространство равносильным плотному телу. Установив это, предположим, что несколько светящихся тел размещены на окружности круга $abcdef$. Свет из светящегося тела a будет течь к светящемуся телу b (ибо они расположены так, что ясный свет от одного доходит до другого) и равным образом из b в a ; следовательно, свет тела a встретится со светом тела b ; то же самое будет между светом тел b и c , c и d . Так как свет, исходящий из каждого тела, равносильен плотному телу, то окружность круга может быть так занята непрерывным светящимся телом этого рода, что из любой точки ее к любой другой ее точке должен направляться свет. Поэтому с неизбежностью различные частицы, несущиеся взад и вперед в бесконечных направлениях, должны сталкиваться между собою, сталкивать друг друга с прямого пути и совершенно нарушать распространение лучей, особенно по прямой линии. А так как это совершенно не согласно с опытом и законами оптики, то, следовательно, не может быть, чтобы не только доступные чувствам тела, но даже и самые редкие и самые тонкие (каковым представляют эфир ньютонианцы) переносились поступательными движениями в одном месте одновременно по любым направлениям, поперечным и встречным, и особенно по прямой линии.

а На полях приписано NB. Второе доказательство почерпнуть из прохождения света сквозь прозрачные тела из любой точки в любую точку.

Если движение поступательное, то стекло в целом должно составлять одно сплошное отверстие и быть лишенным какой-либо материи.

Превосходно должно быть выведено.

302

Труды по. физике 1753—1765 гг.

Lemma

§. Calor propagatur per aetherem motu particularum ejus gyratorio.

Demonstratio

Calor solis propagatur ad corpora sensibilia terrestria per aetherem iisque communicatur. Calor corporum sensibilibum* consistit in motu gyratorio corpusculorum materiae propriae, imprimatur ergo motus gyratorius corporibus sensibilibus ab aethere. Aether, cum calorem communicat, ipse calidus sit necesse est. Ut eorundem effectuum eadem sunt causae, igitur etiam calor aetheris consistit in eodem motu gyratorio, atque adeo calor propagatur in aethere motu gyratorio, q. e. d.

Theorem a

§. Lux propagatur motu tremulo.

Dem onstr atio

Lux propagari non potest motu progressivo (§.), propagatur ergo vel gyratorio vel tremulo (§.). Gyratorio propagatur a Зачеркнуто terrestrium.

Теория электричества

ЗОГ

Лемма

§. Теплота распространяется через эфир вращательным движением его частиц.

Доказательство

Солнечная теплота распространяется через эфир до чувствительных земных тел и сообщается им. Теплота чувствительных^{8'} тел состоит во вращательном движении корпускул собственной материи; следовательно, вращательное движение передается чувствительным телам от эфира. Необходимо, чтобы эфир, сообщая теплоту, сам обладал теплотой. Так как одни и те же действия производятся одними и теми же причинами, то и теплота эфира должна состоять в таком же вращательном движении, и следовательно теплота распространяется в эфире вращательным движением, что и требовалось доказать.

Положение

§. Свет распространяется колебательным движением.

Доказательство

Свет не может распространяться поступательным движением (§), следовательно распространяется либо вращатель-
с Зачеркнуто земных.

Труды по физике 1753—1765 гг.

calor (§.); quo autem calor propagatur, eo non propagatur lumen (§). Ergo lux nee progressivo nee gyratorio motu propagatur, adeoque solum tremulo.

Scholium

§. Quam apta et quam* consona sit naturae haec propagati luminis causa, clarissime ex analogia perspicitur, quandoquidem, ut in aere etc.

Theo rem a

§. Particulae, aetherem constituentes, sunt semper cum proxime vicinis in contactu omnes.

Demonstratio 1-ma

Lumen propagatur per vastissima spatia temporis momento insensibilib (patet ex innumeris observationibus et quotidiana experientia); c tremulus autem motus, quo per aetherem lumen propagatur, fieri aliter nequit, nisi corpusculum in corpusculum impingat; impingere nequit, quin tangat. Contactus impingentis potest esse interruptus vel continuus. Ponamus contactum esse interruptum; erit inter eum tempus, quo una particula alteram non contingit adeoque movetur non imprimens motum alteri. Quod cum inter quamlibet particulam spatii illuminati sensibilis fieri debet, idcirco propagatio luminis instantanea, ut est, non

* Зачеркнуто naturalis haec.

b Зачеркнуто constat ex.

c Зачеркнуто vibrat.

d Зачеркнуто momentaneus.

β Зачеркнуто momentaneum.

* Зачеркнуто motus.

* Зачеркнуто <βo mag. . .> tardior.

Теория электричества

305

«ым, либо колебательным (§). Вращательным движением распространяется теплота (§); но тем движением, которым распространяется теплота, не распространяется свет (§). Следовательно, свет не распространяется ни поступательным, ни вращательным движением, — а потому только колебательным.

Изъяснение

§. Насколько естественной и насколько согласной с природой является эта причина распространения света, делается вполне очевидным по аналогии: ибо, как в воздухе и т. д.

Положение

§. Частицы, составляющие эфир, всегда находятся все © соприкосновении с соседними.

Доказательство 1-е

Свет распространяется через огромнейшие пространства «в нечувствительный момент времени (явствуется из бесчисленных наблюдений и повседневного опыта); колебательное же движение, которым через эфир распространяется свет, не может иначе происходить, как если одна корпускула ударит в другую ^корпускулу; а ударить не может, если не прикасается.

Прикасание ударяющей частицы Может быть прерывным и непрерывным. Положим, что прикасание прерывное; тогда в течение его будет время, когда одна частица не касается другой и, значит, движется, не сообщая своего движения другой. Так как это а Зачеркнуто мгновенным.

* Зачеркнуто мгновенное.

20 Ломоносов, т. III

306 Труды по физике 1753—1765 гг.

esset, sed tempus sensibile consumeret, eo magis, quo vastior esset spatii distantia. Quamvis enim tempusculum, quod motu corpuscula aetherea sine contactu consumunt, sit fere infinite parvum, verum tamen et corpuscula sunt numero fere infinita* propter subtilitatem. Infinite parvum autem infinities sumptum efficit aliquid sensibile et magnun. Quapropter et tempus propagationis luminisb esset insigne, si particulae aetheris non essent omnes in contactu; at, quoniam tempus propagationis luminis in vastis distantiis vix est sensibile, patet particulas aetheris esse debere in contactu. Q. e. d.

Scholion

§. Exemplum propagationis soni, quod particulae aeris [in contactu non sint, etc.

Demonstratio 2-da

Calor propagatur" in corporibus sensibilibus, quorum partes se mutuo contingunt (nam cohaerent); ex analogia et similitudine naturae sequitur etiam sine mutuo contactu particularum aetheris

calorem propagari non posse.

Theorema

§. Particulae aetheris sunt figurae sphaericae.

а Зачеркнуто Demonstratio 2-da.

Зачеркнуто debet.

с Зачеркнуто per contactum.

Теория электричества

307

должно происходить между любыми частицами освещенного осязательного пространства, то поэтому распространение света не было бы мгновенным, каково оно есть, но заняло бы заметное время — тем большее, чем больше длина расстояния. Ибо, хотя время, которое эфирные корpusкулы затрачивают на движение без соприкосновения, почти бесконечно мало, но корpusкул, вследствие их малости, имеется почти бесконечно большое число. А величина бесконечно малая, взятая бесконечно большое число раз, дает нечто осязательное и большое. Поэтому и время распространения света было бы заметным, если бы частицы эфира не были все в соприкосновении; но так как время распространения света на огромные расстояния едва заметно, то, очевидно, частицы эфира должны быть в соприкосновении, что и требовалось доказать.

Изъяснение

§. Пример дает распространение звука, потому что частицы воздуха не находятся в соприкосновении, и т. д.

Доказательство 2-е

Теплота распространяется в чувствительных телах, части которых взаимно соприкасаются (потому что сцеплены); из аналогии и подобия природы следует, что и без взаимного соприкосновения частиц эфира теплота не может распространяться.

Положение

§. Частицы эфира имеют шаровидную фигуру.

20*

308

Труды по физике 1753—1765 гг.

Demonstratio

Particulae aetheris propagant calorem motu gyratorio (§.); ad eum vero omnis figura inepta est, praeter sphaericam aut quae prope accedit. Quamobrem, particulae aetheris habeant figuram sphaericam aut quae prope ipsi accedit, opus est.

S c h o l [i u m].

§. De universali sphaericitate particularum, etiam corporum sensibilibum, non solum ex motu intestino, verum etiam ex gravitate eadem in quolibet corporum situ.

Theorema

§. Particulae aetheris sunt in sphaerica superficie scabrae.

Demonstratio

Calor propagatur per aetherem motu particularum ejus gyratorio (§.), quae sunt semper cum proxime vicinis in contactu.

Ponamus illas esse omnino glabras et leves sine ulla scabrie; movebitur ergo una superficie sua juxta superficiem alterius sine ulla frictione. Hinc nulla erit ratio, cur mota particula aetheris una circa axem movere et ciere in gyrum posset sibi vicinam, in contactu positam. Nam impulsiones, a motu tremulo profectae, ad gyratorium motum producendum sine frictione non

Теория электричества

309

Доказательство

Частицы эфира распространяют теплоту вращательным движением (§); к таковому не пригодна ни одна фигура, кроме шарообразной или приближающейся к ней. Поэтому необходимо, чтобы частицы эфира имели фигуру шарообразную или приближающуюся к таковой.

Изъяснение

§. О всеобщей шарообразности частиц, также и частиц чувствительных тел, [можно заключить] не только по внутреннему движению их, но также по одинаковости веса тел при любом их положении.

Положение

§. Частицы эфира на своей шарообразной поверхности шероховаты.

Доказательство

Теплота распространяется через эфир вращательным движением его частиц, находящихся всегда в

соприкосновении с соседними. Предположим, что они все совершенно ровные и гладкие, без всякой шероховатости; тогда каждая частица будет двигаться своей поверхностью по поверхности другой без всякого трения. Отсюда, не будет никакого основания, чтобы движущаяся частица эфира могла двигать вокруг оси и приводить во вращение соседнюю, находящуюся в соприкосновении с нею. Ибо толчки, производимые колебательным движением, не пригодны для воспроизведения вращательного движения, если не будет трения. Отсюда следует с необходимостью, что

310
Труды по физике 1753—1765 гг.

quadrant. Hinc necessario sequitur, particulas aetheris esse in superficie scabras.

De finiti o

§. Situm sphaericorum corporum, in contactu positorum, appello quadratum seu cubicum, quando Jineae, centra globorum conjungentes, formant quadrata. Triangulum autem situm nomino, si lineae illae triangula efficiunt.

Scholium

§. Nempe quandoa particulae sphaericae ita sunt dispositae, utb earum quisque quaternio centra habet in angulis quadrati

<&>

€8

abed, bini autem quaterniones cubo adaequate inscribuntur, turn situs est quadratus. Si vero lineae lm, run, nl triangulum formant, triangulum situm appello, ubi figura formatur inter quatuor romboica.

Corollarium

§. Inter situm0 quadratum et triangulum dari medios situs fere infinitos; nempe quando corpusculis a et d a se invicem

a Зачеркнуто quatuor.

b Зачеркнуто quatuor.

c Зачеркнуто triangulfuml-

Теория электричества

311

частицы эфира должны быть шероховатыми на своей поверхности.

Определение

§. Я называю расположение шарообразных тел, находящихся в соприкосновении, квадратным или кубическим, когда линии, соединяющие центры шаров, образуют квадраты. Треугольным я называю то расположение, при котором эти линии составляют треугольники.

Изъяснение

§. Таким образом, когда шарообразные частицы расположены так, что каждая их четверка имеет центры в уг-
<&>

лах квадрата *abed*, и по две четверки точно вписаны в куб — то расположение будет квадратное. Если же линии *lm*, *mn*, *nl* образуют треугольник, то я называю расположение треугольным, при котором фигура, образуемая четырьмя частицами, будет ромбической.

Присовокупление

§. Между расположением квадратным и треугольным -существуют промежуточные расположения почти бесчисленные; именно, когда частицы *and* отходят друг от друга, Зачеркнуто четыре.

312 Труды по физике 1753—1765 гг.

recedentibus b et c ad se mutuo accedunt, et contra; quemadmodum in figuris... videre est.

Theorema

§. *Aether in corporibus non cohaerentibus est in situ quadrato vel romboico libero, non stricto.*

* Зачеркнуто *cohaesione*.

Теория электричества

3/3'

а Ъ и с друг к другу приближаются, и наоборот, как это можно видеть на фигурах. ∙.

Положение

§. В телах, лишенных сцепления, эфир находится в расположении квадратном или ромбическом, свободном, нестесненном. ..