

## Sobre o Fogo<sup>1</sup>, de Immanuel Kant

Apresentação e tradução<sup>2</sup>

**Klaus Denecke Rabello<sup>3\*</sup>**

Pontifícia Universidade Católica - PUC/Rio

*Iná mo jubá ô ô.<sup>4</sup>*

Fosse Immanuel Kant fluente em yorubá, utilizar-se-ia desta expressão para tratar o elemento que acompanhou toda sua obra: o fogo – na forma de *Phlogiston*, *Wärmestoff* e *Feuerstoff*, também equiparado por Kant ao éter, recebe menções em escritos de diferentes épocas, como o *De igne*, texto de 1755 aqui traduzido – o primeiro em que tal conceito aparece –, o *Menschenrasse*, de 1785, e um vasto material de seu *Opus postumum*, no qual o éter é elemento fundamental daquilo que Kant mesmo chamou de sua obra principal (*Hauptwerk*): a passagem entre as áreas da filosofia crítica separadas pela crítica da razão. É como o tradutor russo da dissertação *De igne*, Lugovoy, indica: é no *De igne* que Kant origina seu conceito de éter como matéria elástica do fogo, calor e luz, contendo as forças de atração e repulsão. Estas mesmas forças são o resultante na busca de Kant pela origem do universo em sua *Teoria do Céu*, datada do mesmo ano de 1755. Lugovoy identifica na dissertação *Sobre o fogo* a origem do conceito do éter, a conecta com a *Monadologia física*, de 1756, e aponta à hipótese do potencial heurístico do *Sobre o fogo* para a elucidação de proposições do *Opus postumum*.

Por mais que alguns conceitos, como a ideia de que o calor é uma matéria sem peso chamada “*caloricum*” ou ainda “*phlogiston*”, que penetrava nas partículas dos elementos quando estes eram aquecidos, inflando-os, seja algo que ao final do século XVIII fora superado cientificamente, há no texto aqui apresentado elementos que dialogam com a pesquisa sobre eletromagnetismo e que justificam sua importância para a reflexão científica da época. Neste sentido, a maior influência<sup>5</sup> recai sobre a (re)descoberta<sup>6</sup> do eletromagnetismo por Hans Christian Ørsted, fato que comemora seu bicentenário em 2020. Ørsted doutorou em 1799

---

1. De igne, 1755.

2. Agradecimento especial ao professor Edgard José Filho por suas edificantes aulas e sempre construtivas críticas às traduções empreendidas.

3. Doutorando de filosofia da PUC-Rio, membro do NUPEM PUC-Rio e tradutor de alemão.

4. Eu saúdo o Fogo.

5. Ver T Shanahan (1989.)

6. O italiano Gian Domenico Romagnosi havia estabelecido a relação entre eletricidade e magnetismo 18 anos antes, todavia, sem receptividade, caiu no esquecimento.

---

\* klausprof@gmail.com

Recebido em 30/08/2020

Aprovado em 26/11/2020

com *Über die Architectonik der Naturmetaphysik*, uma dissertação sobre a filosofia natural de Kant, a quem ele credita sua inspiração para lograr êxito em suas pesquisas e descoberta. É de Ørsted o conceito de *Gedankenexperiment*<sup>7</sup> para evidenciar a relação entre conhecimento matemático e físico em Kant.

Na tradução primou-se por manter o fluxo do pensamento de Kant e o estilo do alemão, incluindo palavras recorrentes. *Feuerstoff*, por se referir ao *Phlogiston*, conceito vigente à época e substituído pela teoria cinética do calor, optamos por traduzir por “matéria do fogo”, ao invés de uma aproximação mal traduzida por combustível ou material inflamável; afinal, *Feuerstoff* não tem entrada nos três principais dicionários da língua alemã: Duden, PONS e Langenscheidt – é somente um conceito científico datado. Como na tradução russa, distinto da inglesa, optou-se por manter-se fiel o máximo possível à terminologia da ciência natural contida na dissertação original; onde os ingleses traduziram “gás”, termo que não aparece nem no original em latim, nem na tradução em alemão, a opção recaiu sobre a tradução literal de “líquido elástico”. A estrutura do texto, incluindo títulos, foi preservada. Em alguns poucos casos, sentenças mais longas foram subdivididas para facilitar a compreensão na tradução. Os colchetes no texto alemão indicam a numeração da página da *Akademie Ausgabe*. As ilustrações são do original, contidas no arquivo digital *Kant – Werke* de Karsten Worm.

A tradução inédita para o português ocorre a partir da tradução alemã realizada pelo jurista, político e filósofo Julius H. von Kirchmann<sup>8</sup> em 1879. O original em latim escrito por Kant em 1755, em virtude de seu *Magister*, foi usado para conferência de termos e expressões. L.W. Beck traduziu o texto em 1986 para o inglês. P. Grillenzoni 1987 para o italiano. Lugovoy traduziu do latim para o russo em 2019. Finalmente temos uma versão em português. O acesso tanto ao original, quanto à tradução em alemão – e até às demais traduções – não é algo fácil e corriqueiro, mesmo em tempos de internet. O melhor caminho ao original em latim segue sendo o primoroso trabalho da Korpora, cujo link se encontra na bibliografia, e que reúne toda a *Akademie Ausgabe*, o cânone kantiano. Vale ressaltar que a tradução de Kirchmann não se encontra na *Akademie Ausgabe*, somente no arquivo digital indicado na referência bibliográfica.

Poder-se-ia afirmar que referida dificuldade ocorre devido à pouca importância deste texto dentro da obra de Kant. E de certo isto é verdade a partir de uma determinada perspectiva, afinal, uma pesquisa pelo assunto “de igne Kant” no portal do CAPES traz apenas cinco resultados, dois dos quais com alguma relevância para além de simples referências – como se novos horizontes pudessem ser encontrados pelos mesmos velhos caminhos, muitos dos quais viciados na segurança e comodidade da referência circular. Todavia, reforça a suposição de baixa relevância o fato de que *De igne* nunca foi publicado em vida por Kant, o que leva à controvérsia se o referido texto deve constar na *Akademie Ausgabe*, na seção pré-críticas ou

7. Experimento do pensamento.

8. As referências a Kirchmann no texto por ele próprio traduzido são nulas: seu nome não consta na tradução alemã contida no arquivo digital indicado na bibliografia anexa; é como se fosse atribuído ao próprio Kant.

no *Opus postumum*. Após o falecimento de Kant, os manuscritos de *Sobre o fogo* foram doados para a biblioteca da universidade de Königsberg, onde foram descobertos em 1838 por Schubert e publicados pela primeira vez, postumamente, em Rosenkranz/Schubert, *Immanuel Kant's sämtliche Werke*, em 1839.

Contudo, *De igne/Sobre o fogo* é um dos três textos de 1755, ano que é ainda pouco explorado como marco na filosofia kantiana, algo que talvez mude com pesquisas mais minuciosas uma vez que tanto a *Teoria do Céu* se mostra atual para a astronomia, quanto a *Nova dilucidatio* é seminal dentro da própria obra de Kant, sua primeira publicação estritamente filosófica, “um tratado expressamente epistemológico que tenta esclarecer os primeiros princípios da razão”, como bem afirma Beiser no livro *Kant*, organizado por Guyer. Neste livro, Beiser, responsável pelo capítulo “o desenvolvimento intelectual de Kant: 1746-1781”, afirma ainda a importante ressalva e distinção ao se referir aos períodos de Kant: trata-se da fase “pré-críticas” e não de um Kant “pré-crítico”, uma vez que o mesmo sempre fora crítico, donde conclui-se que o título “escritos pré-críticos” do livro referência no Brasil sobre o período “pré-críticas” de Kant é equivocado e deveria ser intitulado “escritos pré-críticas”. Por mais que o ano de 1762 marque em definitivo o recuo de Kant em relação ao uso da metafísica e o maior uso do método cético, vemos já em 1755 emergir em meio à sua metafísica inicial dos anos de 1746 a 1759, a noção de que a matéria desenvolve ordem e harmonia dentro de si, de acordo com suas próprias leis internas, sem qualquer recurso sobrenatural. Kant traz assim a dimensão histórica para questionar o que é dado e eterno na Natureza. Todavia, adverte no prefácio da *Monadologia Física*, de 1756, que o confinamento às evidências disponíveis leva à falha na descoberta da causa das leis. É um período onde o jovem Kant distingue métodos matemáticos dos metafísicos, salvaguardando a importância da metafísica por esta ser indispensável à filosofia natural: é a metafísica que determina as partes últimas da matéria e como elas interagem umas com as outras. Não obstante, é na *Teoria do Céu* que Kant eterniza a célebre frase: “empreendi uma perigosa viagem a partir de uma pequena suposição e já vejo o sopé de novas terras”. Até onde esta visão chegou é tão questionável quanto arbitrário. Fato é que as obras de 1755 marcam o início de uma virada<sup>9</sup> na filosofia de Kant: de cientista da natureza e filósofo pouco original a um visionário desbravador das fronteiras do conhecimento, filósofo do esclarecimento, divisor de águas no pensamento moderno.

Há, portanto, inúmeros motivos para justificar a tradução de *Sobre o fogo*; em última instância, trata-se de um documento histórico de um autor seminal na filosofia ocidental. Saudemos, pois, o fogo, símbolo de virtude. Que o fogo do esclarecimento reanime a nobreza do espírito em nosso tempo. Boa leitura.

---

9. Ver Vaihinger (1923/1924).

## **MEDITATIONUM QUARUNDAM DE IGNE**

Einige kurzgefaßte Betrachtungen  
über das Feuer,  
welche als Probearbeit,  
behufs  
geneigter Zulassung  
zum Examen Einer hochgeehrten philosophischen  
Facultät unterthänigst überreicht  
**Immanuel Kant,**  
der Philosophie Beflissener aus Königsberg in Preußen.

Königsberg, den 17. April 1755.

## Meditationum Quarundam De Igne

Algumas breves considerações  
**Sobre o fogo,**  
que, enquanto prova  
como fim<sup>10</sup>  
de inclinar-se à admissão  
para o exame de uma faculdade de filosofia altamente honrada,  
entrega humildemente<sup>11</sup>  
Immanuel Kant,  
o dedicado à filosofia de Königsberg na Prússia.

Königsberg, 17 de abril de 1755

---

10. behufs – do alemão medieval behuof, sinônimo de Nutzen (uso) Zweck (fim, objetivo, motivo); resultado almejado

11. unterthänigst – do alemão Untertan, súdito, no sentido de entregar algo a alguém superior

## Zweck der Schrift.

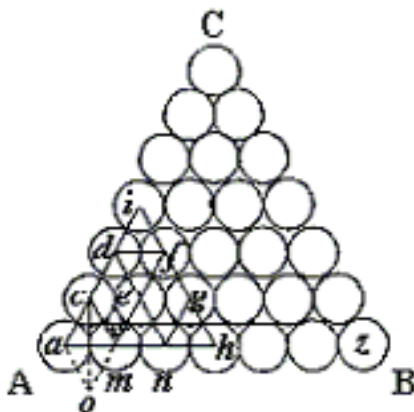
Ich habe nicht die Absicht, einen Gegenstand, welcher genügenden Stoff für einen starken Band liefern würde, auf wenigen Seiten zu erschöpfen. Die kurzen Betrachtungen, welche ich hier der geneigten Prüfung Einer hochgeehrten philosophischen Facultät gleichsam nur andeutungsweise überreiche, sollen blos die Grundlinien einer Theorie sein, welche mir den Stoff zu einer ausführlicheren Abhandlung bieten werden, sobald ich die dazu nöthige Muße gefunden habe. Überall habe ich mich sorgfältig gehütet, einer hypothetischen und willkürlichen Beweisführung, wie es wohl zu geschehen pflegt, zu viel Raum zu gestatten; vielmehr bin ich nach Möglichkeit sorgfältig dem leitenden Faden der Erfahrung und der Geometrie gefolgt, ohne welchen man aus dem Labyrinth der Natur kaum den Ausgang findet. Da die Kraft des Feuers sich vorzüglich in der Verdünnung der Körper und in Auflösung deren Verbindungen erkennbar macht, so schien es mir einer methodischen und vernunftgemäßen Behandlung zu entsprechen, wenn ich Einiges über den Zusammenhang des Stoffes und über die Natur des Flüssigen vorausschickte.

## Erster Abschnitt.

### Über die Natur der harten und flüssigen Körper.

#### Lehrsatz I.

[1371] Die Flüssigkeit der Körper kann nicht aus der Theilung des Stoffes in sehr kleine Theilchen und deren möglichst geringen Zusammenhange erklärt werden, wie die meisten Naturforscher nach dem Vorgange von Descartes es thun.



Das Dreieck *ABC* soll die abgeschnittene Spitze eines Kegels von kleinsten kugelförmigen Theilchen vorstellen. Ich sage nun, daß dieser Haufe unter solchen Umständen seine Oberfläche nicht wagerecht herstellen wird; wie dies bei Flüssigkeiten geschieht. Denn von den Theilchen *c, e, g, d, f, i*, die auf den unterliegenden *A, m, n, h* aufliegen, wird jedes einzelne von letzteren umfaßt; sie werden deshalb ruhen und ihre Lage nicht verändern,

## Motivo da dissertação<sup>12</sup>

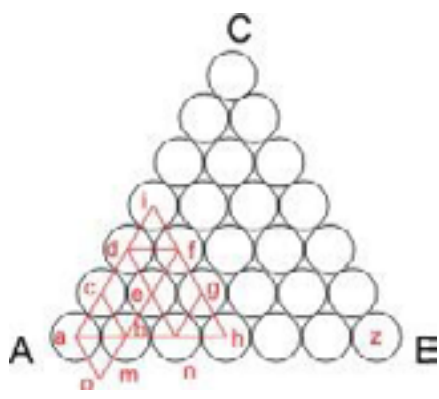
Não tenho a intenção de esgotar em poucas páginas um objeto que daria material suficiente para um tomo robusto. As breves considerações, que aqui entrego, por assim dizer insinuando à avaliação do exame de uma faculdade de filosofia altamente honrada, devem ser apenas linhas gerais para uma teoria, que me dará material para um ensaio mais minucioso, assim que encontrar o ócio necessário para tal. Por toda parte eu cuidadosamente me acautelei de não permitir muito espaço para uma argumentação hipotética e arbitrária, como bem costuma acontecer; antes, segui dentro da possibilidade cuidadosamente o fio condutor da experiência e da geometria, sem os quais não se encontra a saída do labirinto da Natureza. Como a força do fogo se faz reconhecida de forma excelente na diluição dos corpos e na dissolução de suas relações, então me pareceu corresponder a um tratamento metódico e de acordo com a razão, se eu enviar antecipadamente algumas [considerações] acerca da relação da matéria e sobre a natureza do líquido.

## Primeira seção

### Sobre a natureza dos corpos duros e líquidos

#### Teorema I

O líquido dos corpos não pode ser explicado pela divisão da matéria em minúsculas partículas e suas mínimas relações possíveis, como o fazem a maioria dos cientistas naturais seguindo o método de Descartes.



O triângulo ABC deve apresentar a ponta cortada de um cone de partículas esféricas. Eu digo então, que esse amontoado não irá produzir sua superfície de forma horizontal nestas condições; como ocorre com líquidos. Pois das partículas *c, e, g, d, f, i*, pousadas acima das *A, m, n, h* colocadas abaixo, cada uma é envolta pelas últimas; por isso elas irão repousar e não alterar

12. Schrift – escrita, texto, escritura, estudo, dissertação

wenn sie die andern nicht nach links oder rechts wegtreiben. Nun ist die Kraft  $va$ , womit das obere Theilchen durch seine Schwere drückt und das Theilchen  $a$  nach rechts stößt, in Folge der Zusammensetzung der Kräfte, nur gleich seiner halben Schwere  $co$ , und dies gilt ebenso für alle andern Elemente des ganzen |

[1372] Haufens. Hieraus erhellt, daß, wenn den äußersten Körperchen  $a$  und  $z$  nur irgend eine Kraft entgegensteht, alsdann der auf einer Ebene ruhende Haufen keine wagerechte, sondern eine kugelartige Gestalt an seiner Oberfläche annehmen wird, wie es mit dem feinen Sand in einer Sanduhr oder irgend einem andern Stoff, der in sehr feinen Staub zerrieben ist, geschieht.

## Lehrsatz II.

Ein Haufen von noch so feinen und noch so schwach zusammenhängenden Theilchen wird dem statischen Gesetz nicht Genüge leisten und keinen Druck gegen die Seiten ausüben, welcher seiner Höhe entspricht. Er entbehrt also des wesentlichen Merkmals des Flüssigen, wenn die Theilchen einander nicht vermittelt eines elastischen Zwischenstoffes drücken, mit dessen Hülfe sie die Kraft ihrer Schwere gleichmäßig nach allen Richtungen hin mittheilen können.

Denn aus dem vorgehenden Lehrsatze erhellt, daß die aufgehäuften und unmittelbar sich drückenden Theilchen seitlich hin nicht einen ihrer Höhe entsprechenden Druck ausüben; deshalb muß sich zwischen den elementaren Theilen des Flüssigen ein anderer Stoff befinden, durch dessen Vermittelung sie das Gewicht ihrer Schwere gleichmäßig nach allen Richtungen hin vertheilen können. Ein solcher Stoff, der, wenn er irgendwo gedrückt wird, sich anderswohin mit gleicher Kraft auszudehnen strebt, heißt gewöhnlich elastisch, und es müssen also die festen Theilchen des Flüssigen nicht unmittelbar auf einander, sondern auf einem ihnen beigemischten elastischen Stoff aufliegen, mit dessen Hülfe der ganze obere Druck in gleicher Stärke sich nach den Seiten verbreitet.

Ich werde bald beweisen, daß dieser elastische Stoff, welcher sich zwischen den Elementen des Flüssigen befindet, nur der Wärmestoff ist.

## Lehrsatz III.

Die harten Körper werden, ebenso wie die flüssigen, in ihren kleinsten Theilchen nicht durch unmittelbare Berührung derselben zusammengehalten, sondern auch durch die Vermittelung eines elastischen Stoffes.

Die flüssigen Körper hängen, wie erwiesen worden, vermittelt eines elastischen Stoffes zusammen. Da nun die Metalle, wenn sie aus dem flüssigen Zustande in die Verhärtung

sua situação, se não afastarem as outras para a esquerda ou direita. Então a força  $va$ , com a qual a partícula de cima pressiona com sua força da gravidade e empurra a partícula  $a$  para a direita, em decorrência da composição das forças, somente igual à metade de sua força de gravidade  $co$ , e isto vale igualmente para todos os elementos de todo amontoado. Daqui se aclara que, quando se contrapõe aos corpúsculos externos  $a$  e  $z$  qualquer força, então o amontoado repousado em um plano não tomará a forma horizontal, mas uma forma esférica em sua superfície, como acontece com a areia fina das ampulhetas ou qualquer outro material triturado em fino pó.

## Teorema II

Um amontoado de partículas tão finas e tão fragilmente ligadas não satisfará a lei estática e não exercerá pressão contra os lados, o que corresponde a sua altura. Ele dispensa então a essencial característica do líquido quando as partículas não se pressionam mediante um elástico material intermediário, com cuja ajuda podem distribuir a força de sua atração equanimemente em todas as direções.

Pois do teorema anterior se aclara, que as partículas amontoadas e que diretamente se pressionam exercem uma pressão lateral que não corresponde à sua altura; por isso que deve se encontrar entre as partes elementares do líquido uma outra matéria, através de cuja mediação consegue distribuir o peso de sua força de atração igualmente em todas as direções.

Uma matéria assim, que, quando é pressionada em qualquer canto, busca se estender com igual força em outra direção, é chamado comumente de elástico, e então as partículas sólidas do líquido não têm que estar imediatamente em cima uma das outras, mas sobre um material elástico misturado junto a elas, com cuja ajuda toda pressão superior é difundida com igual força para as laterais.

Eu irei comprovar em breve, que esta matéria elástica, que se encontra entre os elementos do líquido, é somente o material térmico<sup>13</sup>.

## Teorema III

Os corpos duros não são, do mesmo modo que os líquidos, mantidos unidos em suas minúsculas partículas através do contato imediato, mas também através da mediação de uma matéria elástica.

---

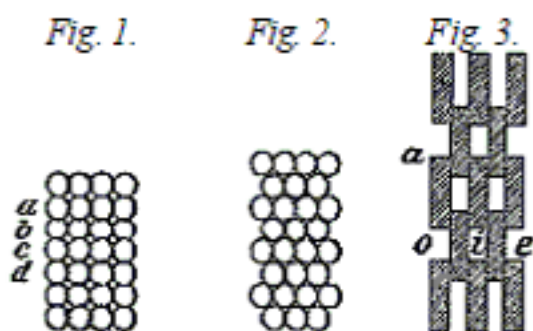
13. Wärmestoff – até o final do século XVIII acreditava-se que o calor era uma matéria sem peso chamada “caloricum” ou ainda “Phlogiston”, que penetrava nas partículas dos elementos quando estes eram aquecidos, inflando-os. Esta teoria da matéria do calor, amplamente difundida na Europa daquele período, começa a ruir com os experimentos de Benjamin Thompson em 1798, em uma fábrica de canhões da Baviera. Ou seja, tarde demais para Kant poder rever este escrito da juventude (em 1755 contava 31 anos).

übergehen, wie andere Körper dieser Art, im Verhältniß der abnehmenden Wärme einen immer kleineren Raum einnehmen und sich in allen Richtungen verdichten, so erhellt, daß ihre dichten Theilchen einander nicht berühren können, weil sonst denselben der Raum dazu fehlen würde und sie einander sich nicht nähern könnten. Es müssen deshalb auch die harten Körper zwischen ihren Theilchen einen Stoff eingemengt enthalten, vermittelt dessen diese Theilchen, ohne einander zu berühren, sich doch gegenseitig anziehen, oder, wenn man lieber will, zusammenhängen, und es müssen daher die harten Körper in dieser Rücksicht mit dem Flüssigen übereinstimmen.

#### Lehrsatz IV.

[1373] Vermittelst dieses erwähnten Stoffes, durch den die Elemente eines Körpers, obgleich sie einander nicht berühren, doch sich gegenseitig anziehen, sind die Erscheinungen der harten Körper zu erklären.

Die harten Körper, namentlich wenn sie, wie die Metalle und das Glas, aus dem Flüssigkeitszustande in den harten übergegangen sind, haben das Eigenthümliche und höchst Merkwürdige, daß sie in Folge eines angehängten Gewichtes sich, ohne zu brechen, ein wenig ausdehnen; und zwar in der Weise, daß sie im Zustande der engsten Annäherung ihrer Theilchen schon durch eine geringe Entfernung dieser Theilchen von einander ein Gewicht tragen können, daß sie aber bei dem größten Grade ihrer Ausdehnung auch das verhältnißmäßig größte Gewicht zu tragen vermögen. Diese Erscheinung läßt sich nach meiner Ansicht nicht erklären, wenn die dichten Theilchen der Körper sich unmittelbar berühren. Denn die Theilchen eines Metallfadens |



mögen entweder nach der Form wie Figur 1, aneinanderliegen, oder zur möglichsten Vermeidung leerer Zwischenräume in der Art, wie bei Figur 2, oder wie Parallelopipeda, die sich mit ihren Oberflächen berühren, wie in Figur 3; so daß bei Anhängung des Gewichtes *p* die kleinen Räume *a, o, i, e* u.s.w. sich zwar aus der Berührung lösen, aber doch mit den übrigen

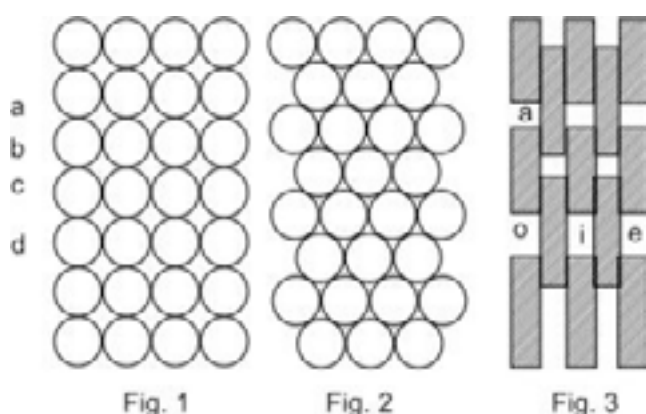
Oberflächen zusammenhängend bleiben, so erhellt doch, daß, wenn das angehängte Gewicht einen solchen Metallfaden auch nur ein wenig in seiner Länge ausdehnt, bei der ersten Annahme (Figur 1) die Theile sofort von einander abreißen werden, da sie einander nicht mehr berühren. Meint man aber, daß die zur Seite liegenden Theilchen *a, b, c, d* (Figur 1), bei ihrer Ausdehnung in die Länge, die Zwischenräume ausfüllen und so das Zerreißen verhindern würden,

Os corpos líquidos se mantêm coesos, como comprovado, mediante uma matéria elástica. Como então os metais, quando saem do estado líquido para o endurecimento, como outros corpos deste tipo, na relação com o calor decrescente tomam um espaço sempre menor e se concentram em todas as direções, então esclarece, que suas densas partículas não se tocam entre si, porque senão iria lhes faltar o espaço e não poderiam se aproximar. Por isso que também os corpos duros devem ter contida entre suas partículas uma matéria misturada, mediante a qual essas partículas, sem se tocar mutuamente, mas atraírem-se reciprocamente, ou, se for da preferência, estarem em relação, e assim devem já os corpos duros estar de acordo com os líquidos neste sentido.

## Teorema IV

Mediante o mencionado material, através do qual os elementos de um corpo, embora não se toquem mutuamente, se atraíam reciprocamente, são explicáveis os fenômenos<sup>14</sup> de corpos duros.

Os corpos duros, quando nomeadamente saem do estado líquido e passam para o sólido, como os metais e o vidro, têm a singular e muito curiosa [característica]<sup>15</sup>, que em sequência de um peso atrelado se dilatam um pouco, sem se quebrarem; e precisamente de maneira que, no estado de mais estreita aproximação de suas partículas já podem carregar o peso umas das outras através de distância mínima, que contudo conseguem suportar no maior grau de sua dilatação também proporcionalmente o maior peso. Esse fenômeno não se deixa explicar, na minha concepção, se as partículas densas dos corpos não se tocarem diretamente.



Pois as partículas de um fio de metal podem, ou pela forma como na figura 1, estar amontoadas, ou para a possível evitação de espaços intermediários vazios dessa forma, como na figura 2, ou como *Parallelopipeda*, que se tocam com suas superfícies, como na figura 3; de modo a que os pequenos espaços *a*, *o*, *i*, *e* etc se soltem do contato com o atrelamento de um peso *p*, mas, contudo

permanecendo em contato com as demais superfícies; mas então aclara, que, quando o peso atrelado dilata o fio de metal mesmo que só um pouco em seu comprimento, na primeira suposição (figura 1) as partes imediatamente se romperiam das demais, já que não mais se

14. Erscheinungen – fenômenos, aparecimentos, manifestações

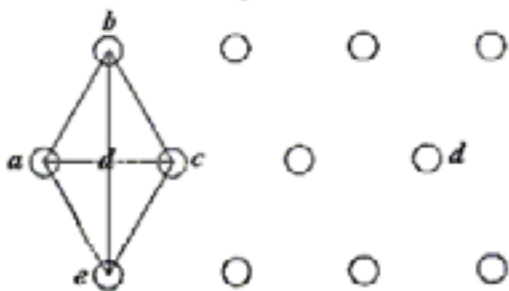
15. Colchetes indicam inserção do tradutor para facilitar o entendimento

so wäre doch damit die Stärke des Fadens ein wenig dünner, geworden und die Theilchen würden dem Gewichte, dem sie schon vorher nachgegeben haben, noch weniger Widerstand leisten können. Bei der dritten Annahme (Figur 3), wo diese Theilchen sich mit ihrer ganzen Oberfläche berührt hatten, ist klar, daß dann, wo diese Theilchen sich nur noch mit einem Theile ihrer Oberflächen berühren, sie von dem Gewichte gänzlich getrennt werden würden. Hier-nach kann in allen Fällen, die man aufstellen mag, der Faden sich nicht ausdehnen, ohne gleichzeitig zu zerreißen. Da nun dies der Erfahrung widerstreitet, so erhellt, daß die Elemente der harten Körper nicht durch unmittelbare Berührung, sondern vermöge eines gewissen Stoffes auch noch in einer bestimmten Entfernung einander anziehen.

Ich will es daher wagen, nach meiner Hypothese diese Erscheinung bei den harten Körpern den betrachteten Gesetzen der Natur und den Regeln der Geometrie gemäß zu erklären. Wenn ein Körper, der aus dem Flüssigkeitszustande in den harten übergeht, eine solche Lage seiner Elemente annimmt, daß ein elastischer Zwischenstoff sie an der gegenseitigen Berührung hindert und drei Elemente immer ein gleichseitiges Dreieck bilden, wie es die Figur 4 zeigt (und eine solche Stellung werden die Theilchen immer erstreben, wenn sie durch ihre Anziehung sich in den kleinsten Raum zusammenziehen), so muß, wenn das angehängte Gewicht das System dieser Theilchen nach der Richtung *ad* zieht, der Abstand der Elemente *a* und *c* größer werden, wie Figur 5 zeigt, während die Entfernung *ab* und *bc* sich nicht verändern wird. Denn |

[1374]

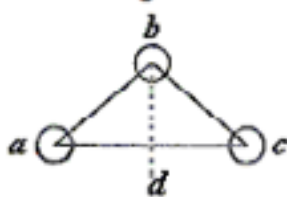
Fig. 4.



das Element *b* nähert sich dem Punkte *d* so, daß es mit den beiden *a* und *c* einen größeren Winkel, als vorher (Figur 4) einschließt. Auf diese Weise bleibt die Dichtigkeit des eingemengten elastischen Zwischenstoffes unvermindert (weil der von dem ausgedehnten Körper eingenommene Raum eigentlich nicht größer geworden ist), und deshalb wird die Anziehung, oder wenn man lieber will, der Zusammen-

hang der Elemente *a* und *c* vermittelt dieses Bandes nicht vermindert sein. Dagegen entspricht die Anziehung des Elementes *b*, |

Fig. 5.



soweit sie *a* und *c* verbindet, nach der Ausdehnung oder Auseinanderziehung der Elemente *a* und *c* der Linie *ad* (Figur 3), während sie früher wegen des kleineren Winkels (Figur 4) schwächer war. Also wächst die Kraft, wodurch die Elemente, nachdem die Ausdehnung erfolgt ist, von dem Zerreißen abgehalten werden, und zwar in geradem Verhältniß der Linie *ad*, d.h. nach der Größe der Ausdehnung.

tocam. Crê-se, contudo, que as partículas *a, b, c, d* (figura 1) colocadas ao lado, em sua dilatação no comprimento, preenchendo os espaços intermediários e podendo impedir assim a ruptura, assim teria ficado então a força do fio um pouco mais fina e as partículas poderiam apresentar ainda menos resistência ao peso a que já cederam antes. Na terceira suposição (figura 3), onde essas partículas se tocavam com toda sua superfície, está claro, que então, onde essas partículas apenas se tocam com uma parte de suas superfícies, elas seriam separadas totalmente pelo peso. Seguindo isto, em todos os casos que se queira dispor, o fio não se expande sem se romper concomitantemente. Como isto contradiz a experiência, então aclara que os elementos dos corpos duros não se atraem por contato imediato, mas através da capacidade de uma determinada matéria, também se atraem a determinada distância.

Eu quero então ousar explicar a partir de minha hipótese o fenômeno nos corpos duros de acordo com a consideração das leis da Natureza e as regras da geometria. Quando um corpo, que passa do estado líquido para o estado duro, toma uma tal disposição de seus elementos, que um material elástico intermediário lhas impede de contato mútuo e três elementos sempre formarem um triângulo equilátero, como mostra a figura 4 (e um tal posicionamento as partículas sempre vão almejar, quando que por sua atração se retraem ao menor dos espaços), então deve, quando o peso atrelado puxar o sistema dessas partículas na direção *ad*, a distância *a* e *c* ficar maior, como mostra figura, enquanto a distância *ab* e *bc* não se alteram.

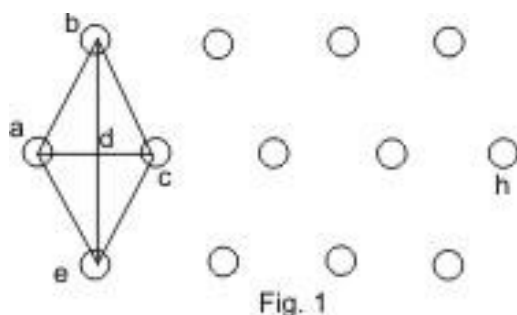


Fig. 1

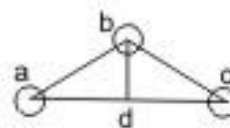


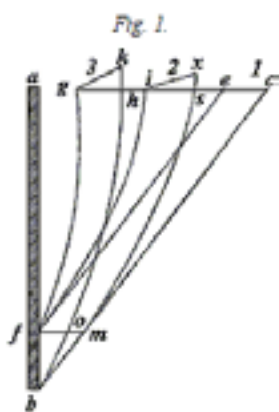
Fig. 2

Pois o elemento *b* se aproxima do ponto *d* de tal forma, de maneira a formar com ambos, *a* e *c*, um ângulo maior que antes (figura 4). Dessa forma, a densidade do material elástico intermediário misturado permanece sem diminuição (porque o espaço ocupado pelo corpo dilatado na verdade não ficou maior), e por isso a atração, ou se preferir-se, a relação dos elementos *a* e *c*, mediante essa tira não fosse reduzida. Por outro lado, a atração do elemento *b* corresponde, tanto quanto liga *a* e *c*, após a dilatação ou esticamento dos elementos *a* e *c* da linha *ad* (figura 3), enquanto era mais fraca anteriormente por causa do ângulo menor (figura 4). Então cresce a força, através da qual os elementos, após ocorrer a dilatação, são impedidos de romperem, e mais precisamente na relação direta da linha *ad*, quer dizer, a partir da grandeza da dilatação.

## Lehrsatz V.

Das Gesetz, wonach erfahrungsgemäß bei der Zusammendrückung elastischer Körper die Räume den Kräften verhältnißmäßig entsprechen, stimmt genau mit meiner aufgestellten Hypothese.

Was man bei harten Körpern gemeinhin eine Zusammendrückung nennt, sollte eher eine Verbreiterung oder Ausdehnung genannt werden, da es selbstverständlich ist, daß harte Stoffe viel weniger wie das Wasser durch Druck auf einen engern Raum zusammengepreßt werden können. Es soll |

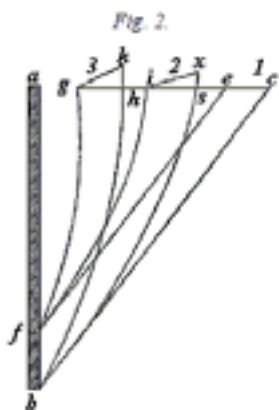


also ein elastischer Körper  $f, e, c, b$  (Fig. 1) in die Mauer  $ab$  mit  $fb$  fest eingefügt sein und dann gegen die Mauer so gedrückt werden, daß er in die Lage  $ixfb$  kommt. Hier behaupte ich nun zunächst, daß der äußere Rand des elastischen Körpers  $bc$  auf diese Weise etwas ausgedehnt werde und daß mit der Zunahme dieser seiner Ausdehnung auch die drückende Kraft in diesem (Fig. 1) Falle zunehmen muß. Ferner werden die Kräfte, durch welche der elastische Körper seiner Befestigung  $ab$  näher gebracht wird, nach meinen aufgestellten Sätzen sich wie diese Entfernungen verhalten, so lange der Druck ein mäßiger bleibt. Wenn daher der elastische Körper durch eine drückende

Kraft in die zweite Lage gebracht wird und um den Raum  $cs$  der Mauer näher gebracht wird, so wird der Abschnitt  $ec$  die Lage  $ix$  erhalten. Wenn man nun durch die Dicke die Linie  $is$  dem Abschnitt  $ec$  parallel zieht, so wird  $if = so = cm$  und  $xo$  ist um den Theil  $xs$  durch die Ausdehnung größer, als der Rand  $cm$  geworden. Fährt man nun mit diesem Druck fort, bis der elastische Körper in die dritte Lage  $zkfb$  gebracht ist, und zieht man  $gh$  ebenfalls mit  $ec$  parallel, so wird die Größe der Ausdehnung  $kh$  größer als die Ausdehnung  $xs$  sein. Hiemit erhellt, wie in Gemäßheit des oben Dargelegten die dritte Lage eine stärker drückende Kraft als die zweite Lage verlangt.

[1375]

Indeß ist nun zu ermitteln, wie die Kräfte sich zu den Räumen, in welchen die Körper zusammengedrückt worden, verhalten. Der Rand  $xb$  der zweiten Lage ist zwar ein wenig eingebogen; indeß kann er bei mäßigem Druck für geradlinig gelten; ebenso |

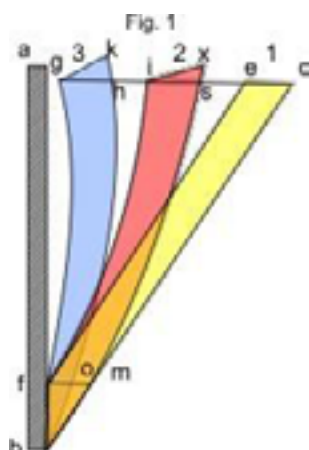


die Linie  $kb$  der dritten Lage. Man nehme ferner an, daß der wagerechte Durchschnitt des elastischen Körpers  $ec$  (Fall 1) bei seiner Verlängerung durch die Punkte  $i$  und  $g$  geht, was man hier ohne Irrthum thun kann, weil bei einem mäßigen Druck dies der Wahrheit sehr nahe bleibt. Hiernach ist in dem Dreieck  $ixs$  der Winkel  $x$  gleich dem Winkel  $c$ , weil der Abschnitt des elastischen Körpers derselbe wie im ersten Falle ist, und der Winkel  $s$  seinem Wechselwinkel  $o$  gleich ist; mithin sind die Dreiecke  $scb$  und  $ixs$  einander ähnlich. In gleicher Weise verhält sich bei dem Dreieck  $gkh$  (Fall 3) Alles wie bei dem Dreieck  $hcb$ , und daraus ergibt sich folgender Schluß:

## Teorema V

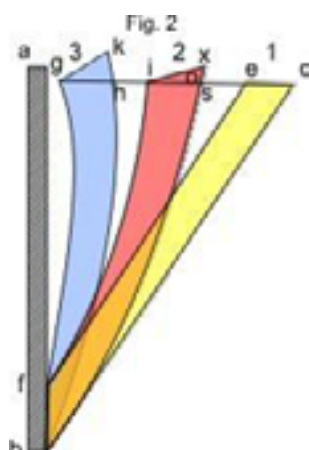
A lei, pela qual por experiência correspondem na compressão de corpos elásticos os espaços relativamente às forças, está precisamente conforme a minha hipótese apresentada.

O que se nomeia comumente nos corpos duros por compressão, dever-se-ia antes chamar de uma expansão ou dilatação, já que é evidente, que materiais duros podem ser muito menos que água, serem comprimidos em espaços apertados.



Deve então um corpo elástico  $f, e, c, b$  (figura 1) na parede  $ab$  com  $fb$  ser inserido firmemente e então pressionado de tal forma, que chegue à posição  $ixfb$ . Aqui afirmo em primeiro lugar, que a borda exterior do corpo elástico  $bc$  é um pouco dilatada dessa forma e que com o aumento dessa sua dilatação também a força compressora neste caso aumenta (figura 1). Além disso, as forças, através das quais o corpo elástico se aproxima de sua fixação  $ab$  [na parede], se comportarão como essas distâncias a partir de minhas orações apresentadas, enquanto a pressão se mantiver moderada.

Se daí o corpo elástico for trazido à segunda posição por uma força que pressiona e se aproximar do muro pelo espaço  $cs$ , então a seção  $ec$  receberá a posição  $ix$ . Se traçarmos através da grossura a linha  $is$  paralela à seção  $ec$ , então  $if = so = cm$  e  $xo$  fica maior, através da dilatação, que a borda  $cm$  na proporção  $xs$ . Prosseguindo-se com esta pressão até que o corpo elástico seja trazido à terceira posição  $zkfb$ , e traça-se  $gh$  igualmente paralelo a  $ec$ , então o tamanho da dilatação  $kh$  será maior que a dilatação  $xs$ . Com isto aclara, como em conformidade ao acima exposto, que a terceira posição exige uma força que pressiona mais forte que a segunda posição.



No entanto, deve-se determinar como as forças se comportam para com os espaços nos quais os corpos foram comprimidos. A borda  $xb$  da segunda posição está um pouco curva; no entanto ele pode com pressão moderada ser aplicado como reto; igualmente a linha  $kb$  da terceira posição. Admite-se, além disso, que a média horizontal do corpo elástico  $ec$  (caso 1) com um prolongamento passando através dos pontos  $i$  e  $g$ , o que se pode fazer sem equívoco, porque com uma pressão moderada isto permanece muito próximo da verdade. A partir disso, o ângulo  $x$  é igual ao ângulo  $c$  no triângulo  $ixs$ , porque a seção do corpo elástico é o mesmo como no primeiro caso, e o ângulo  $s$  é igual ao seu ângulo oposto  $o$ ; por conseguinte os triângulos  $scb$  e  $ixs$  são semelhantes entre si. Da mesma maneira tudo se comporta no triângulo  $gkh$  (caso 3) como no triângulo  $hcb$ , e daí resulta a seguinte conclusão:

seguinte conclusão:

$$\begin{aligned}
 ix : xs &= bc : sc \\
 \underline{kh : gk(=ix) &= hc : bc} \\
 xs : kh &= sc : hc
 \end{aligned}$$

d.h. die Größen  $xs$  und  $kh$ , um welche der äußerste Rand  $bc$  des elastischen Körpers ausgedehnt wird, verhalten sich wie die Räume der Zusammendrückung  $sc$  und  $hc$ .

Da nun aus Lehrsatz IV. folgt, daß bei meiner Hypothese die ausdehnenden Kräfte mit der Größe der Ausdehnung in gleichem Verhältnisse stehen müssen, so erhellt für diesen Fall, daß die den elastischen Körper zusammendrückenden Kräfte sich wie die Räume der Zusammendrückung verhalte. – Diese meine Ergebnisse bestätigen vortrefflich das, was De la Hire in den Verhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris im Jahre 1705 über die beobachteten Zusammendrückungen elastischer Körper bekannt gemacht hat. Bei genauer Prüfung wird man kaum eine andere Hypothese aufstellen können, die mit diesen Beobachtungen so genau und passend übereinstimmte.

### Allgemeiner Zusatz.

Jeder Körper also wird, wenn ich Recht habe, in seinen festen Theilen vermittelt eines elastischen Stoffes wie vermittelt eines Bandes zusammengehalten. Die elementaren Theilchen ziehen, obgleich sie durch diesen eingemengten Stoff an ihrer unmittelbaren Berührung gehindert sind, sich doch vermittelt desselben an und werden fester mit einander verbunden, als es durch die unmittelbare Berührung geschehen könnte. Denn die Berührung der Theilchen, die meist rund sind, kann bei solcher Gestalt nur an einem Punkte geschehen und muß deshalb ungleich schwächer gegen einen Zusammenhang sein, der sich über ihre ganze Oberfläche erstreckt.

Bei ihrer Annahme kann die Lage der einzelnen Elemente sich ändern, ohne daß ihr Zusammenhang aufgehoben wird, und es erhellt zugleich, wie mit theilweiser Beseitigung dieses einenden Stoffes die Elemente näher aneinander rücken und die Raumgröße des Körpers vermindern können, und wie umgekehrt, bei Vermehrung der Menge dieses Stoffes oder seiner Elastizität, der Körper an Raumgröße zunehmen und seine Theilchen sich von einander ohne Verlust des Zusammenhanges entfernen können, welche Umstände für die Lehre des Feuers von der größten Bedeutung sind.

$$\begin{aligned}
 ix : xs &= bc : sc \\
 \underline{kh : gk (=ix) = hc : bc} \\
 xs : kh &= sc : hc
 \end{aligned}$$

quer dizer, as grandezas  $xs$  e  $kh$ , pelas quais a borda exterior  $bc$  do corpo elástico é dilatada, se comportam como os espaços da compressão  $sc$  e  $hc$ .

Já que se segue do teorema IV, que com minha hipótese as forças dilatadoras têm que estar na mesma relação com o tamanho da dilatação, assim aclara para este caso, que as forças que comprimem o corpo elástico se comportam como os espaços da compressão. – Estes meus resultados confirmam primorosamente aquilo que De la Hire anunciou sobre as compressões de corpos elásticos em suas audiências da real academia das ciências em Paris no ano de 1705. Com precisa verificação quase não se poderá estabelecer outra hipótese, que estivesse tão precisa e adequadamente de acordo com estas observações.

## Aditamento geral

Cada corpo é então, se tenho razão, mantido coeso em suas partes sólidas mediante uma matéria elástica como mediante a uma fita. As partículas elementares, embora sejam impedidas por esta matéria misturada de se tocar diretamente, se atraem mediante a mesma e são mais firmemente atadas umas com as outras, que se fosse ocorrer através do contato direto. Pois o contato das partículas, que na maioria das vezes são redondas, podem desta forma ocorrer somente em um ponto e deve por isso ser desigualmente mais fraco contra uma relação que se estende por toda sua superfície.

Na sua admissão, a posição dos elementos singulares pode se alterar, sem que sua relação seja suspensa, e isto aclara concomitantemente, como que com remoção parcial desta matéria unificadora, os elementos se aproximam e o tamanho dos espaços dos corpos diminuirão, e como ao contrário, no aumento da quantidade desta matéria ou de sua elasticidade, o corpo cresce em tamanho espacial e suas partículas podem se distanciar entre si sem perda de relação, que são circunstâncias de maior importância para a teoria do fogo.

**Zweiter Abschnitt.****Über den Stoff des Feuers und seine Veränderungen, die Hitze und Kälte.****Lehrsatz VI.****Eine Erfahrung.**

[1376] Die Gegenwart des Feuers macht sich zunächst durch die Verdünnung aller sowohl flüssiger wie harter Körper bemerkbar, und zwar nach allen Richtungen; sodann, wenn der Zusammenhang allmählich geschwächt ist, durch völlige Auflösung dieses Zusammenhanges der Körper und endlich durch Zerstreung ihrer Theile in Dunst. Dagegen vermindert die Kälte den Umfang der Körper, vermehrt den Zusammenhang, macht das Dehnbare und Biegsame, spröde und das Flüssige hart. Die Hitze wird hauptsächlich bei harten und spröden Körpern durch Reiben oder Schlagen erzeugt. – Sie kann in keinem Körper ohne Ende zunehmen. Kein Körper, der bei seinem Warmwerden zu wallen beginnt, kann den Hitzegrad des Kochens übersteigen; wenn er aber bei dem Verbrennen in Flamme geräth, so erreicht er meist einen höheren Hitzegrad.

Die übrigen wichtigern Erscheinungen der Wärme erwähne ich hier nicht, da sie zum Theil in dem Folgenden vorkommen werden.

**Lehrsatz VII.**

Der Stoff des Feuers ist nur ein elastischer (im vorigen Abschnitt beschriebener) Stoff, welcher die Elemente jedweden Körpers, mit dem er vermenget ist, zusammenhält; seine wellenförmige oder zitternde Bewegung ist das, was man Wärme nennt.

Die Erfahrung lehrt (Lehrsatz VI.), daß jeder geriebene oder geschlagene Körper warm wird und sich nach allen Richtungen hin verdünnt. Dies beweist die Gegenwart eines elastischen Stoffes, der in der Masse des Körpers enthalten ist und in Folge dieser Anregungen sich auszudehnen strebt. Ferner enthält jeder Körper, nach dem im ersten Abschnitt Bewiesenen, einen elastischen Stoff, der in seinen Zwischenräumen eingeschlossen ist und die Theilchen verbindet; derselbe kann daher in eine Wellenbewegung gebracht werden und alle Erscheinungen des Feuers zeigen, und kann deshalb von dem Stoff des Feuers nicht unterschieden sein.

## Segunda seção

### Sobre a matéria<sup>16</sup> do fogo e suas alterações, o calor e o frio

#### Teorema VI

##### Uma experiência

A presença do fogo faz-se notada em primeiro lugar pela diluição de todos os corpos, tanto líquidos quanto duros, mais precisamente em todas as direções; então, quando a coesão é gradualmente enfraquecida através da completa dissolução dessa coesão do corpo e finalmente através da destruição de suas partículas em vapor. Por outro lado, o frio reduz as dimensões dos corpos, aumenta a coesão, o faz elástico e flexível, frágil, e o líquido, duro. O calor é gerado nos corpos duros e frágeis, principalmente através da fricção ou de batidas. – Não pode [o calor] aumentar sem fim em corpo nenhum. Corpo algum, que com seu aquecimento inicia seu efervescer, pode superar o grau de calor do cozimento; mas quando ele na queima chega a pegar fogo, então alcança quase sempre um grau de calor mais elevado.

Não mencionarei aqui as demais manifestações importantes do calor, já que em parte aparecerão nos [teoremas] seguintes.

#### Teorema VII

A matéria do fogo<sup>17</sup> é apenas uma matéria elástica (descrita na seção anterior), que mantém coesos os elementos de quaisquer corpos com os quais se mistura; seu movimento em forma de ondas ou tremido é aquilo que se chama calor.

A experiência ensina (teorema VI), que todo corpo friccionado ou batido fica quente e se dilui em todas as direções. Isto comprova a presença do material elástico, contido no volume do corpo e em consequência do estímulo aspira se dilatar. Além disso, todo corpo contém, de acordo com o comprovado na primeira seção, uma matéria elástica, encerrado em seus espaços intermediários e que une as partículas; a mesma pode ser levada a um movimento ondulatório e mostrar todas as manifestações do fogo, e não pode por isso ser diferenciado da matéria do fogo.

---

16. Stoff – matéria, material ou substância; optou-se por matéria por deixar mais aberto, sendo material muito empírico e substância muito metafísica; ademais, o tradutor entende que Kant teria usado o termo Substanz se assim o quisesse

17. *Feuerstoff*, por se referir ao *Phlogiston*, conceito vigente à época e substituído pela teoria cinética do calor, optamos por traduzir por “matéria do fogo”, ao invés de uma aproximação mal traduzida por combustível ou material inflamável; afinal, *Feuerstoff* não tem entrada nos três principais dicionários da língua alemã: Duden, PONS e Langenscheidt – é somente um conceito científico datado.

### **Dasselbe wird aus der Erscheinung des Aufwallens bewiesen.**

Die durch die Hitze flüssig gewordenen Körper sind, wenn sie durch Verstärkung des Feuers zum Kochen gebracht worden sind, keines höheren Hitzegrades mehr fähig; sie entsenden in diesem Zustande große elastische Blasen, welche daher den Druck der Atmosphäre ertragen können, und dies geschieht ohne Aufhören, so lange das Feuer dazu drängt. Da diese Blasen |  
 [1377] keine elastische Luft enthalten und nur der Feuerstoff in den durch Hitze gesättigten Körper eindringt, so entsteht die Frage: weshalb, wenn vor dem Kochen die Hitze ebenfalls in das Wasser eingedrungen ist und doch dieses Elastische außer einigen Luftblasen sich durch Nichts bemerkbar gemacht hat, dies plötzlich mit dem Moment des Kochens geschieht. Indeß kann man leicht einsehen, daß derselbe elastische Stoff, den man Feuer nennt, und der vorher wie jetzt gleichmäßig zwischen der Masse der heiß werdenden Flüssigkeit befaßt ist, so lange, trotzdem daß er den Körper ausgedehnt hat, durch die Anziehung der Körperelemente zurückgehalten und zurückgedrückt worden ist und dadurch hängen geblieben ist, als er in Verbindung mit der Kraft der Wellenbewegung noch nicht stärker als die Anziehung der Elemente geworden war; ist er aber so kräftig geworden, daß er diese Anziehung durch seine elastische Kraft überwindet, so erhellt, daß aller Feuerstoff, der nun hinzutritt, vermöge seiner nun freien Elastizität sofort, nachdem er eingetreten, durch die Flüssigkeit hindurchfahren wird, da der Druck des Feuerstoffes innerhalb jedes heißen Körpers dies ergiebt. Es ist deshalb hier nichts vorhanden, was einen Zweifel gegen meine Hypothese erwecken könnte.

### **Lehrsatz VIII.**

Der Wärmestoff ist nichts Anderes als der Äther (oder Lichtstoff), welcher durch die starke Anziehung (oder Anhängung) der Körper in deren Zwischenräumen zusammengepreßt ist.

Zunächst ziehen alle dichten Körper das Licht in ungeheurer Stärke an, wie Newton aus den Erscheinungen der Refraction und Brechung des Lichts dargelegt hat. Es geschieht dies in so starkem Maaße, daß nach den Berechnungen dieses unvergleichlichen Mannes diese Kraft der Anziehung in einer an die Berührung grenzenden Nähe zehntausend Billionen mal die Schwerkraft übersteigt. Da nun der Lichtstoff elastisch ist, so kann durch diese ungeheure Kraft der Lichtstoff auch in etwas kleinere Räume gebracht, d.h. zusammengepreßt werden, und da die Theilchen der Körper dem Lichtstoffe überall begegnen, so hat man keinen Grund, an der Identität jenes elastischen Stoffes, den ich in den Körpern nachgewiesen habe, und dieses Äthers zu zweifeln.

## O mesmo é comprovado na manifestação da efervescência

Os corpos que se tornaram líquidos através do aquecimento, quando levados ao cozimento pelo fortalecimento do fogo, não são capazes de nenhum grau mais elevado de calor; emitem neste estado grandes bolhas elásticas, que conseguem por isso suportar a pressão atmosférica, e isto ocorre sem interrupção, enquanto o fogo a isto impelir. Já que estas bolhas não contêm ar elástico e só o material do fogo penetra nos corpos saturados através do calor, então surge a pergunta: por que, se antes do cozimento o calor igualmente penetrara na água e, contudo, este elástico não se fez perceptível a não ser por algumas bolhas de ar, isto repentinamente ocorre com o momento do cozimento.

Entretanto, pode-se reconhecer facilmente, que a mesma matéria elástica, que denominamos fogo, e que antes como agora igualmente se encontra<sup>18</sup> entre o volume do líquido em aquecimento crescente, embora tenha dilatado o corpo, tenha sido contido e reprimido através da atração dos elementos do corpo, ficando desse modo agarrado, quando estava em contato com a força do movimento ondulatório e ainda não tinha ficado mais forte que a atração dos elementos; ele ficando tão forte que supera essa atração com sua força elástica, aclara então, que toda matéria do fogo, que então participa, é capaz de ter acesso imediato à sua elasticidade livre, após ter adentrado, irá atravessar o líquido, já que a pressão da matéria do fogo resulta nisto em todo corpo quente.

E é por isto que aqui não há nada presente, que poderia evocar uma dúvida contra minha hipótese.

## Teorema VIII

O material do calor não é outra coisa que o éter (ou matéria da Luz), que é comprimido nos espaços intermediários dos corpos através de sua forte atração (ou atrelamento).

Primeiro, todos os corpos densos atraem a Luz com força descomunal, como Newton expôs dos fenômenos da refração e da inflexão da luz. Isto ocorre em medida tão forte, que pelos cálculos deste inigualável homem, esta força de atração em aproximação de contato imediato, quase tocando, supera a força da gravidade em 10 mil trilhões de vezes. Como a matéria da luz é elástica, então a matéria da luz também pode ser levada a espaços menores, quer dizer, ser comprimida, e já que as partículas do corpo encontram a matéria da luz em toda parte, então não se tem motivo para duvidar da identidade de dada matéria elástica, que eu comprovei nos corpos, e desse Éter.

---

18. befasst (befassen) – de longe a melhor opção, encontrar mantém a ideia; o tradutor não conseguiu encaixar as opções tradicionais de tradução 1) sich befassen, o uso aqui não era reflexivo; 2) jemandem befassen, colocar alguém encarregado de algo; 3) tocar, apalpar – é neste sentido que optamos por encontrar, que guarda, contudo, a sutileza de poder ser um encontro envolto de e não um tocar como se fossem separados, salvaguardando assim a palavra zwischen/entre; befasst ainda lembra Fass, barril e dá a ideia de unidade por cintas precisamente colocadas.

Sodann bemerkt man, daß dieselben Stoffe, welche vorzugsweise durch eine starke Kraft, das Licht zurückzuwerfen, sich auszeichnen, auch zur Aufnahme einer großen Wärme, wenn man Feuer in ihre Nähe bringt, geeignet sind. Damit offenbaren sie, daß dieselbe Anziehung, welche das Licht mit sich zu verbinden strebt, auch, den mit ihr auf das innigste geeinten Feuerstoff festhält. Denn die Öle, welche nach den Versuchen Newton's und Anderer durch ihre Kraft die Lichtstrahlen viel stärker, als es ihrer specifischen Schwere entspricht, brechen, d.i. anziehen, sind auch eines ihre specifische Schwere weit übersteigenden Grades der Kochhitze fähig, wie z.E. das Therebinthen-Öl. Öle sind nun auch die eigenthümlichen Ernährer der Flamme, und da sie in diesem Zustande das Licht nach allen Richtungen aussenden, so beweisen sie damit, daß der Stoff der Wärme und des Lichts möglichst mit einander übereinstimmen oder vielmehr sich nicht unterscheiden.

### **Ebendasselbe wird durch die Durchsichtigkeit des Glases wahrscheinlich.**

[1378] Wenn man der Hypothese beitrifft, die den Gesetzen der Natur am meisten entspricht und kürzlich durch den berühmten Euler in neuer Weise verstärkt worden ist, wonach das Licht kein Ausfluß der leuchtenden Körper ist, sondern ein sich fortpflanzender Druck eines überall verbreiteten Äthers, und wenn man den Ursprung der Durchsichtigkeit des Glases erwägt, so wird man einräumen müssen, daß dieser Äther offenbar mit dem Stoffe des Feuers verwandt oder vielmehr identisch ist; denn das Glas ist nur Potasche, d.h. aus Asche, die mit einem starken alkalischen Salze und mit Sand durch die Kraft des Feuers zusammengeschmolzen ist, gebildet. Da nun dies Aschensalz durch das lange und starke Brennen die Vereinigung des Feuerstoffes mit sich unterstützt, und wenn es mit dem Sand sich mischt, durch die ganze Masse des Glases dieses elastische Feuer-Prinzip verbreitet, da es auch nicht wahrscheinlich ist, daß ein solcher Körper, wenn er aus dem Flüssigkeitszustand verhärtet, nach allen Richtungen hin immer offene und geradlinige Durchgänge behufs Durchlassung des Lichtes haben wird, so erhellt, daß, wenn dessenungeachtet der Stoff des Lichtes sich durch die Glasmasse fortpflanzt, der Lichtstoff den Glastheilen selbst eingemengt sein und einen Theil des ganzen Stoffes mit ausmachen muß. Da nun aber, wie wir gesehen, der Feuerstoff einen beträchtlichen Theil des Glases ausmachen und reichlich zwischen dessen dichten Elementen zerstreut sein muß, so ist es kaum zweifelhaft, daß der Stoff der Wärme mit dem Äther, d.h. mit dem Elemente des Lichts derselbe ist.

### **Lehrsatz IX.**

Den Grad der Hitze zu messen; d.h. das Verhältniß der verschiedenen Hitzegrade gegen einander in Zahlen auszudrücken.

Amontons, das berühmte Mitglied der Pariser Akademie, hat zuerst die Auflösung dieser Aufgabe folgendermaßen entdeckt. Da die Kraft des Feuers sich wesentlich in der Verdünnung der Körper geltend macht, so scheint es passend, durch eine zusammendrückende Kraft, welche sich dieser Verdünnung entgegenstellt, die Größe jener zu messen.

Então, nota-se, que os mesmos materiais, que de preferência através de uma forte força se distinguem em devolver a luz, também são adequados para absorção de um grande calor, quando se aproxima deles o fogo. Com isto revelam que a mesma atração, à qual a luz busca se unir, também retém a sua no mais íntimo, unida matéria do fogo. Pois os óleos, que após os experimentos de Newton e outros, através de suas forças quebravam muito mais forte os raios de luz que seus específicos pesos correspondiam, isto é atraem, são também capazes de um grau superior de calor de cozimento, como por exemplo, o óleo de Terebinto.

Óleos são então também os alimentadores característicos da chama, e já que eles neste estado emitem a luz em todas as direções, então comprovam assim, que as matérias do calor e da luz possivelmente coincidem ou mais ainda não se distinguem entre si.

### **Exatamente o mesmo se torna possível pela transparência do vidro.**

Se aderirmos à hipótese, que mais corresponde às leis da natureza e recentemente foi reforçada de nova forma pelo famoso Euler, a partir do qual a luz não é corrimento de corpos luminosos, mas uma pressão que se reproduz de um Éter todo onipresente e se avaliarmos a origem da transparência do vidro, então deve-se admitir, que este éter aparentemente tem parentesco com a matéria do fogo ou pelo contrário que é idêntica; afinal o vidro é só carbonato de potássio, quer dizer formado de cinza, fundido pela força do fogo com forte sal alcalino e com areia. Já que este sal de cinza dá suporte à sua fusão com a matéria do fogo através de longo e forte cozimento, e quando se mistura com a areia, distribui através de todo volume do vidro esse princípio elástico do fogo, já que também não é provável, que um tal corpo, quando endurece a partir do estado líquido, terá sempre passagens abertas e retas para permitir a passagem da luz em todas as direções, então aclara, que, quando no entanto a matéria da luz se reproduz pelo volume do vidro, a matéria da luz terá de ser misturada com as próprias partes de vidro e devem compor parte de toda matéria. Já que então, como vimos, a matéria do fogo compõe uma considerável parte do vidro e que deve estar fartamente distribuído entre elementos densos, então quase não é questionável, que a matéria do calor seja o mesmo que o éter, quer dizer, com os elementos da luz.

### **Teorema IX**

Medir o grau do calor; quer dizer a relação dos distintos graus de calor entre si expresso em números.

Amontons, o famoso membro da academia parisiense, descobriu primeiro a solução dessa tarefa da seguinte maneira. Já que a força do fogo se faz valer essencialmente na diluição dos corpos, então parece adequado medir sua grandeza através de uma força compressora que se oponha a esta diluição.

Da man nun bei der Luft bemerkt, daß sie, wenn ihre Wärme auch noch so sehr vermindert wird, jeder drückenden Kraft nachgiebt und im Umfange abnimmt, man also mit Recht ihre ganze Elastizität bloß von der Wärme ableiten kann, so rieth jener berühmte Mann auf Grund dieser Annahme, den Grad der Wärme durch die elastische Kraft der dieser Wärme ausgesetzten Luft zu messen, d.h. durch ein Gewicht, welches die Luft von gleicher Wärme bei gleicher Raumerfüllung zu tragen vermag.

### Anmerkung.

Fahrenheit bemerkte nach dem Bericht von Boerhave zuerst die Eigenthümlichkeit der am Feuer in das Kochen gerathenden Flüssigkeiten, wonach dieser Wärmegrad bei einem größeren Druck der Atmosphäre größer wird, während bei einem geringen Luftdruck der Siedepunkt schon bei einem niedrigeren Wärmegrad eintritt.

Dasselbe hat Monnier nach dem Bericht der Pariser Akademie gefunden, als er mit einem Thermometer nach Réaumur zuerst in Bordeaux und dann auf dem Gipfel des Pic du midi, wo das Barometer acht Zoll tiefer als an jenem Orte stand, die Wärme des kochenden Wassers und die Höhe dieses Punktes |

[1379] über den Gefrierpunkt untersuchte. Der Gefrierpunkt stand an beiden Orten gleich; dagegen war der Siedepunkt auf dem Berge um  $\frac{15}{180}$  der Höhe niedriger, um welche der Siedepunkt des Wassers den Eispunkt in Bordeaux bei 28 Zoll hohem Barometerstande überstieg. Hiernach ist die Hitze des Siedepunktes hier um  $\frac{1}{12}$  größer als die des Siedepunktes auf dem Berge, welches Mehr durch ein Mehrgewicht von ungefähr  $\frac{1}{3}$  des Gewichts der Atmosphäre herbeigeführt wird. Daraus erhellt, daß die Entfernung des großen Gewichts der Atmosphäre dem kochenden Wasser  $\frac{1}{4}$  der Wärme, welche zwischen dem Siedepunkte und Gefrierpunkte liegt, entziehen würde. Da man sonach dem kochenden Wasser durch Aufhebung des Luftdrucks einen schwächern Wärmegrad, durch Hinzufügung dieses Druckes aber einen größeren ertheilen kann, und das Gewicht der Atmosphäre nichts weiter thut, als gegen die Wellenbewegung der Feuertheilchen ein Gegengewicht zu bilden, wenn die Anziehung der Elemente des Wassers selbst dazu nicht mehr zureicht, so kann man daraus abnehmen, mit welcher elastischen Kraft der Äther bei dem Siedepunkte sich aus der Verbindung des Wassers zu lösen strebt, und durch welche Anziehung der Elemente (und wo diese fehlt, durch welchen äußern Druck) der Äther zurückgehalten werden kann. Denn da nach dem erwähnten Amontons die Wärme des Gefrier- und die des Siedepunktes kaum um  $\frac{1}{3}$  dieses Druckes unterschieden sind, und da der vierte Theil dieser Wärme, welche den Unterschied zwischen dem Siedepunkt und Gefrierpunkt bildet, ein Gewicht verlangt, welches dem ganzen Atmosphärendruck gleich kommt, so folgt, daß es eines 12fachen Atmosphärendruckes bedarf, um der ganzen Hitze des Aufkochens das Gleichgewicht zu halten, und daß daher die Anziehung der Elemente des Wassers dem Drucke von 11 Atmosphären gleich kommt. Hieraus kann man die Anziehung der-

Já que se nota no ar, que, mesmo quando seu calor é muito reduzido, cede a qualquer força que pressione e diminua suas dimensões, podendo-se derivar com direito toda sua elasticidade somente do calor, então aconselhou tal famoso homem baseado nesta suposição, a medir o grau do calor liberado através da força elástica do ar exposto a este calor, quer dizer através de um peso, que o ar de mesmo calor costuma ter em espaço igualmente preenchido.

## Observação

Fahrenheit percebeu, após relato de Boerhave, primeiro a característica dos líquidos que incorreram no cozimento através do fogo, pelo qual esse grau de calor fica maior com uma maior pressão atmosférica, enquanto com uma baixa pressão do ar o ponto de ebulição já ocorre em graus de calor menores

O mesmo achou Monnier a partir do relato da academia parisiense, quando ele esteve com um termômetro de Réaumur, primeiro em Bordeaux, e então no topo do Pic du midi, onde o barômetro marcava oito polegadas abaixo daquele [primeiro] local, investigando o calor da água em cozimento e a altura desse ponto sobre o ponto de congelamento. O ponto de congelamento era o mesmo nos dois locais; em contrário, o ponto de ebulição era 15/180 da altura menor na montanha, na qual o ponto de ebulição da água superava em 28 polegadas na marcação do barômetro, o ponto de gelo em Bordeaux. A partir disso, o calor do ponto de ebulição aqui é 1/12 maior que o do ponto de ebulição na montanha, cujo aumento é ocasionado pelo acréscimo de aproximadamente 1/3 do peso da atmosfera. Daqui aclara, que a distância do grande peso da atmosfera retiraria da água em cozimento 1/4 do calor, que fica entre o ponto de ebulição e o ponto de congelamento. Já que se segue que se pode dar à água fervente um grau de calor mais brando através da suspensão da pressão atmosférica, através do acréscimo dessa pressão, um maior [grau de calor], e o peso da atmosfera nada mais faz, que formar um contrapeso contra o movimento ondular das partículas de fogo, quando a atração dos elementos da água por si só não é mais suficiente, então pode-se verificar<sup>19</sup> disto, com qual força elástica o éter aspira se soltar da união da água no ponto de ebulição, e por qual atração dos elementos (e onde esta falta, por qual pressão externa) o éter pode ser contido. Afinal, já que seguindo o mencionado Amonton, o calor do ponto de congelamento e do ponto de ebulição quase não se distinguem por 1/3 dessa pressão, e já que a quarta parte desse calor, que forma a diferença entre o ponto de ebulição e o ponto de congelamento, demanda um peso, que se iguala a toda pressão atmosférica, então segue, que necessita de 12 vezes a pressão atmosférica, para manter o equilíbrio de todo calor do levantamento da fervura, e que por isso a atração dos elementos da água se igualam à pressão de 11 atmosferas. Daqui pode-se concluir a

---

19. abnehmen – vistoriar; traduzido por palavra próxima para guardar o sentido sem causar estranheza no português

selben in dem Gefrierpunkte und noch vielmehr die ungeheure Anziehung der Metalle behufs Zusammendrückung des elastischen Äthers entnehmen.

Secondat stellte dieselbe Beobachtung an und fand die Verdünnung des Wassers auf dem erwähnten Berge größer, und geringer in Bordeaux, in Verhältniß von  $\frac{1}{24}$  des ganzen Umfanges zu  $\frac{1}{35}$  desselben, und wenn die Rechnung hiernach ausgeführt wird, genau in dem entsprechenden Verhältniß des Gewichts der Atmosphäre von 20:28. In diesem erwähnten Falle hat also der hartnäckige Widerstand des Wassers gegen jede Zusammendrückung, welche von der Cimentinischen Akademie durch Versuche festgestellt worden ist, nicht Statt.

### Lehrsatz X.

Die Natur und Ursache der Verdunstung oder des Dampfes aus den Sätzen meiner Theorie zu erklären.

### Die Natur des Dampfes.

Die Ausdünstungen, die nur aus den feuchten Theilchen bestehen, welche aus der Oberfläche der Flüssigkeiten sich abtrennen und in der Luft schwimmen, haben die eigenthümliche und beinahe wunderbare Natur, daß, so sehr auch die Theilchen einer gleichartigen Flüssigkeit, wenn sie mit einander in Berührung kommen, sich begierig vereinen und in eine Masse von selbst zusammenfließen, sie dennoch, wenn sie einmal zur Feinheit des Dampfes sich aufgelöst haben und von dem nöthigen Wärmegrad angeregt sind, der Berührung und gegenseitigen Vereinigung entfliehen und, um mich des Ausdrucks von Newton zu bedienen, einander kräftig |

[1380] zurückstoßen, so daß keine Kraft so stark gefunden werden kann, die sie zusammenpressen und gegen ihr Bestreben sie zur Vereinigung treiben könnte. So zerbricht der Wasserdampf, wenn er von dem Feuer etwas bewegt ist, selbst die festesten Gefäße, und alle Dämpfe überhaupt entwickeln, je nach ihrer Natur, oft eine wunderbare Elastizität.

### Die Ursache.

Der Grund dieser Erscheinung ist, wenigstens wie mir scheint, von den Naturforschern noch nicht genügend erkannt worden; ich versuche deshalb, ihn zu ermitteln.

Die feinsten Häutchen, die von der Oberfläche des Wassers sich losreißen und sich zu Bläschen gestalten, die man kaum durch das Mikroskop erkennen kann, sind die Elemente des Wasserdampfes. Was ist nun die Ursache, weshalb mehrere solcher feinen Bläschen bei etwas starker Erregung durch Hitze, ihre Berührung so sehr fliehen? Ich werde es sogleich erklären. Denn nach den Sätzen meiner Theorie enthält das Wasser ebenso, wie alle anderen Körper, in seiner Masse den elastischen Stoff des Äthers, und zwar durch Anziehung zusammengedrückt;

atração dos mesmos no ponto de congelamento e antes ainda a descomunal atração dos metais na compressão do éter elástico.

Secondat fez a mesma observação e encontrou a diluição da água na referida montanha maior, e menor em Bordeaux, na relação de 1/24 de todo o volume para 1/35 do mesmo, e se o cálculo for executado a partir disso, exatamente na correspondente relação do peso da atmosfera de 20:28. Neste caso citado, a resistência obstinada da água contra qualquer compressão, que foi constatada pela academia cimentínica através de experimentos, não acontece.

## Teorema X

Explicar a natureza e causa da evaporação ou do vapor das afirmações de minha teoria.

### A natureza do vapor

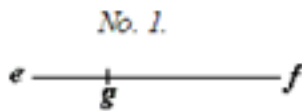
A evaporação, que só é composta pelas partículas úmidas, que se separam da superfície do líquido e nadam no ar, tem a característica e quase admirável natureza, que, por mais que as partículas de um mesmo líquido, quando entram em contato umas com as outras, se unam desejosamente e confluem a uma massa de si, elas, entretanto, uma vez que se tenham dissolvidas na fineza do vapor e são estimuladas pelo necessário grau de calor, escapam do contato e da união recíproca e, para me servir da expressão de Newton, mútua e fortemente se repelem, de forma que nenhuma força pode se achar tão forte, que poderiam lhe comprimir e, contra seu anseio, levar à união. Assim quebra o vapor d'água, quando é movimentado pelo fogo, mesmo os mais sólidos recipientes, e principalmente todos os vapores desenvolvem, dependendo de sua natureza, muitas vezes uma admirável elasticidade.

### A causa

O motivo desse fenômeno, ao menos ao que me parece, não foi suficientemente reconhecido pelos cientistas naturais; eu tentarei por isso, descobri-lo.

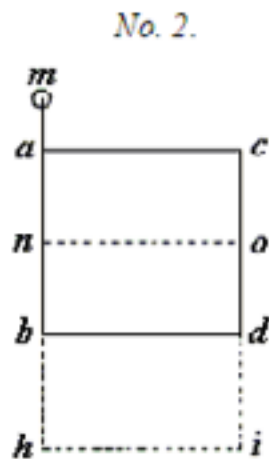
As mais finas membranas, que se arrancam da superfície da água e formam bolhas, que se pode reconhecer através do microscópio, são os elementos do vapor d'água. O que então é a causa, pela qual muitas dessas finas bolhas com um estímulo um pouco mais forte através do calor, seu contato tanto escapam? Eu já irei explicar isto. Pois segundo as afirmações de minha teoria, a água contém igualmente, como todos os outros corpos em seu volume, a matéria elástica do éter, mais precisamente comprimida através da atração; também aclara das demonstrações anteriores, que esta atração não acontece somente com o contato, mas também com uma certa distância, de modo a que as partículas fiquem ligadas mutuamente no respec-

auch erhellt aus den früheren Beweisen, daß diese Anziehung nicht bloß bei der Berührung, sondern auch bei einer gewissen Entfernung Statt hat, so daß die Theilchen bei dem entsprechenden Punkte der Annäherung gegenseitig an einander gebunden bleiben, wenn die anziehende Kraft der abstoßenden, aus der Wellenbewegung der Wärme hervorgehenden Kraft |

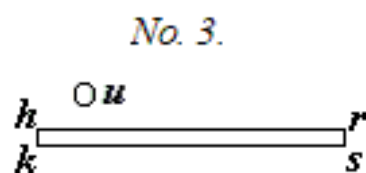


das Gleichgewicht hält, sollte auch die Anziehung an sich auf eine etwas größere Entfernung sich erstrecken. Diese Entfernung soll durch die kleine Linie  $ef$  (No. 1) ausgedrückt sein, die man sich sehr klein vorzustellen hat, und die Nähe der so gebundenen Wassertheil-

chen soll dem kleinen Stück  $eg$  proportional sein. Das Parallelopipedum  $abcd$  (No. 2) soll ferner eine kleine Menge Wasser vorstellen, dessen Dicke  $ba$  so groß ist, daß sie der Linie  $ef$  gleich ist. |



Da nach den Voraussetzungen des Lehrsatzes die Anziehung der Wasserelemente nicht über die Entfernung  $ba = ef$  hinausgeht, so wird das im Punkte  $a$  befindliche Element die Anziehung aller durch die ganze Dicke vertheilten Elemente empfinden und daher so fest, als es die (No. 2) Natur des Flüssigen gestattet, anhängen, und diese Anhängung würde auch nicht fester werden, wenn man auf diese Menge Wasser noch eine andere  $bhid$  (No. 2) aufsetzte. Wird aber das Element nur ein wenig, wie  $am$ , entfernt, so wird es nicht von der ganzen Wassermenge, sondern nur von dem Theile  $anoc$  angezogen und würde deshalb seine Vereinigung mit geringer Kraft erstreben. Wenn das Parallelopiped (No. 2) in ein anderes, viel kleineres  $hkrs$  (No. 3) umgewandelt wird, so wird jedes Wassertheilchen, was dem Punkt  $h$  nahe gebracht wird, |

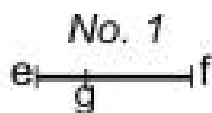


viel schwächer angezogen werden, und da selbst der in diesen Häutchen enthaltene Äther bei der so vergrößerten Oberfläche sich größtentheils befreien wird, so erhellt, daß in diesem Zustande das Element  $a$ , welches durch das Hin- und Herwogen der Wärme in Bewegung gesetzt worden,

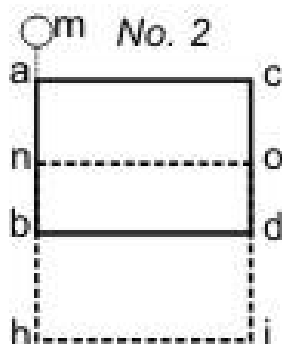
von dem Punkte  $h$  viel weiter abgeführt werden wird, als es unter der vorigen Bedingung geschehen mußte, und je feiner das Häutchen ist, mit desto größerer Kraft wird es der Berührung auszuweichen suchen. Da ferner |

[1381] das dünne Häutchen  $hkrs$  (No. 3) in dieser Gestalt, wenn es sich selbst überlassen ist, sich sofort in die Kugelgestalt umwandeln würde, und nachdem so die Dicke von allen Seiten zugenommen hätte, es kräftiger geworden wäre, sich mit andern in derselben Nähe, wie vorher, zu vereinigen, so ist es nothwendig, wenn es selbst das (No. 3) Merkmal des Dampfes sich erhalten will, daß es sich |

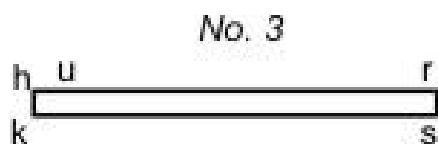
tivo ponto de aproximação, quando a força de atração dos repelentes, sustenta o equilíbrio da força resultante do movimento ondular do calor, deveria também a atração em si se estender sobre uma distância um pouco maior.



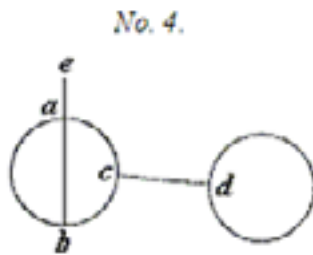
Esta distância deve ser expressa pela pequena linha *ef* (No.1), que deve-se imaginar muito pequena, e a proximidade das assim ligadas partículas de água deve ser proporcional ao pequeno pedaço *eg*. O paralelepípedo *abcd* (No.2) deve, além disso, apresentar uma pequena quantidade de água, cuja espessura *ba* é tão grande, que equivale à linha *ef*.



Já que, segundo os pressupostos do teorema, a atração dos elementos da água não podem ir além da distância  $ba = ef$ , então o elemento que se encontra no ponto *a* irá sentir a atração de todos os elementos distribuídos por toda a espessura e daí acrescentar tão firmemente quanto a natureza do líquido assim permite, e este acréscimo não ficaria mais firme, se se pôr nesta quantidade de água mais uma outra *bhid* (No.2). Mas se o elemento for afastado só um pouco, como *am*, então não será atraído por toda quantidade de água, mas somente pela parte *anoc* e por isso iria aspirar à união com menor força. Se o paralelepípedo (No.2) for transformado em outro, muito menor *hkrs*, então cada partícula de água, que seja aproximada do ponto *h*, será atraída muito mais fraca, e mesmo que o éter contido nestas membranas irá se soltar em grande parte da tão aumentada superfície, então aclara, que neste estado o elemento *a*, que foi colocado em movimento pelo vai e vem das ondas de calor, será muito mais afastado do ponto *h* que o que deveria acontecer na condição anterior, e quanto mais fina a membrana é, tanto com maior força procurará evitar o contato.



Já que mais além a fina membrana *hkrs* (No.3) nessa forma iria se transformar imediatamente em forma esférica, e depois de a espessura de todos os lados tivesse aumentado, teria ficado mais forte, se unir, como antes, com outros na mesma proximidade, então é necessário, se quiser conservar a característica do vapor, que se transforme na forma de uma bolha, mais precisamente através do diâmetro *ab* reduzido e menor espessura, de modo que a distância do ponto *a* e *b* nas terminações do diâmetro seja menor que a distância *be*, no qual este ponto através da força repelente do éter, que se equipararia com a força da atração (No.4), se comportar mutuamente com calma, se lhes fosse livre, se dilatar.



in die Form einer Blase umwandle (No. 4) , und zwar mit einem dadurch verminderten Durchmesser  $ab$  und kleinerer Dicke, so daß die Entfernung der Punkte  $a$  und  $b$  an den Enden des Durchmessers geringer ist als die Entfernung  $be$ , bei welcher diese Punkte durch die abstoßende Kraft des Äthers, die der anziehenden (No. 4) Kraft gleich käme, sich gegenseitig in Ruhe verhalten würden, wenn es ihnen frei stände, sich auszudehnen. In diesem

Zustande wird deshalb die Blase eine Ausdehnung erstreben und ein Element des elastischen Dampfes bilden. Der Abstand  $cd$  (No. 4) zweier gleichartiger Bläschen wird immer dem Durchmesser  $ab$  gleich sein, wie aus dem Erwiesenen erhellt.

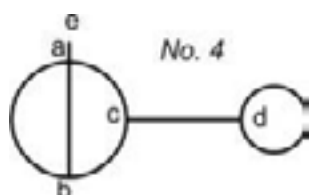
### Lehrsatz XI.

Die Natur der Luft und die Ursache ihres elastischen Prinzips zu ermitteln.

Die Luft ist eine elastische Flüssigkeit und vielleicht tausendmal leichter als das Wasser; ihre ausdehnende Kraft ist der Wärme proportional, und ihre Ausdehnung vom Gefrierpunkte bis zum Siedepunkte beträgt bei ungeändertem Druck der Atmosphäre ohngefähr ein Drittel von der Raumgröße die sie bei dem Siedepunkte einnimmt. Diese Erscheinungen haben nichts, was nicht auch anderen Dämpfen zukommen könnte, ausgenommen, daß die meisten Dämpfe bei einem Kältegrad, wo die Luft ihre Elasticität noch behält, sich verdichten und kein Zeichen einer ausdehnenden Kraft mehr bemerken lassen. Wenn man indeß bedenkt, daß die Feinheit des Dampfhäutchens mit die Ursache sein kann, daß die Luft selbst bei einem geringeren Wärmegrad eine erhebliche Elasticität zu zeigen vermag, so erhellt, daß man die Hülfe der Analogie hier nicht sofort leichtsinnig und vorschnell aufgeben darf, sondern daß man vielmehr versuchen muß, ob man nicht Zweierlei aus demselben Prinzip ableiten und damit eine zu große Vervielfachung der Prinzipien vermeiden könne.

Die Erscheinungen, welche hier der Spürkraft des Verstandes die Fackel vortragen, sind die folgenden:

Alle Körper, welche aus der Anfügung kleinster Theilchen mittelst eines öligen oder salzigen Prinzips gebildet sind, z.B. alle Pflanzen, der Weingeist, die Blasensteine, ferner sehr viele Salze, namentlich der Salpeter, entlassen eine ungeheure Menge elastischer Luft, wenn sie einem starken Feuer ausgesetzt werden, wie Hales in seiner Statik der Pflanzen durch merkwürdige Versuche dargelegt hat. Es hat sich ergeben, daß diese Luft einen erheblichen Theil des festen Stoffes, mit dem sie verbunden ist, bildet; so bildet sie im Hirschhorn  $\frac{1}{7}$ , im Eichenholz ungefähr  $\frac{1}{3}$ , im Rheinischen Weingeist  $\frac{1}{3}$ , im Salpeter  $\frac{1}{8}$ , im thierischen Weinstein, d.h. in dem Blasenstein bei den Menschen mehr als  $\frac{1}{2}$  der ganzen Masse. Selbstverständlich hat die aus diesen Körpern durch das Feuer ausgetriebene Luft, so lange sie ein Theil der Masse



Neste estado a bolha vai, por isso, ansiar por uma dilatação e formar um elemento do vapor elástico. A distância  $cd$  (No.4) de duas bolhas semelhantes será sempre igual ao diâmetro  $ab$ , como a clara do comprovado.

## Teorema XI

Determinar a natureza do ar e a causa de seu princípio elástico. O ar é um líquido elástico e talvez mil vezes mais leve que a água, sua força de dilatação é proporcional ao calor, e sua dilatação do ponto de congelamento ao ponto de ebulição com pressão atmosférica inalterada tem o valor aproximado de  $1/3$  do espaço que ocupa no ponto de ebulição. Esses fenômenos não têm nada que não pudesse suceder também a outros vapores, exceto, que a maioria dos vapores a um grau de frio<sup>20</sup>, onde o ar ainda mantém sua elasticidade, se concentram e não denotam mais nenhum sinal da força de dilatação. Se ao contrário se pondera, que a finura da membrana de vapor pode ser também a causa, que o ar mesmo em um grau de calor menor demonstra considerável elasticidade, então aclara, que não podemos abandonar imediatamente de forma leviana e precipitada, mas que muito mais se deve tentar, se não se pode derivar duas de um mesmo princípio e assim evitar uma grande multiplicação dos princípios.

Os fenômenos, que aqui levam as tochas à frente da sensibilidade do entendimento<sup>21</sup>, são as seguintes:

Todos os corpos, que são formados pela anexação de minúsculas partículas por meio de um princípio oleoso ou salgado, por exemplo, todas as plantas, o álcool vínico, as pedras nos rins, além disso, muitos sais, nomeadamente o salitre, liberam uma enorme quantidade de ar elástico, quando são expostos a um fogo forte, como expôs Hales em sua estática das plantas através de experimentos curiosos. Resulta, que esse ar forma uma significativa parte do material sólido, com a qual está em contato; assim forma no chifre de veado  $1/7$ , na madeira de carvalho aproximadamente  $1/3$ , no vinho do reno  $1/3$ , no salitre  $1/8$ , no tártaro animal, quer dizer nas pedras dos rins em humanos mais que  $1/2$  de todo volume. Evidentemente que o ar que foi expulso desses corpos pelo fogo, enquanto era parte do volume, não tinha ainda a natureza do ar, quer dizer que ela não era ainda nenhum líquido, que possuía elasticidade proporcional a sua densidade; senão iriam se dilatar em espaço maior por uma força de um calor mediano e aniquilando toda coesão do corpo. Então demonstra o material expulso dos espaços interme-

20. Kältegrad – temperaturas negativas

21. Verstand – entendimento, intelecto, discernimento; juízo; razão

war, noch nicht die Natur der Luft gehabt, d.h. sie war noch keine Flüssigkeit, welche eine ihrer Dichtigkeit proportionale Elasticität besaß; denn sonst würde sie durch die Kraft einer nur mittelmäßigen Wärme sich unaufhaltsam in einen größern Raum ausgedehnt und |

[1382] den ganzen Zusammenhang des Körpers vernichtet haben. Also zeigt der aus den Zwischenräumen des Körpers herausgetriebene Stoff, der bis dahin nicht elastisch war, die Elasticität erst, wenn er frei geworden. Da aber es gerade die Eigenthümlichkeit der Dämpfe ausmacht, daß sie nach Trennung von der Masse, mit der sie vereinigt waren, die elastische Kraft zeigen, so kann man, wenn auch nicht mit voller Gewißheit, doch mit großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß die Luft nur jener aus den Körpern gelöste Dampf ist, der, wenn er zur höchsten Feinheit gebracht worden ist, sich bei jedem Wärmegrad erhält und eine kräftige Elasticität besitzt.

Vieles und Erhebliches befestiget mich in dieser Ansicht; denn weshalb wird nur aus Körpern, welche eine erhebliche Menge von Öl, also auch von Säure in sich enthalten, die Luft durch Entzündung herausgetrieben? Ist nicht die Säure das stärkste und kräftigste Prinzip, was durch seine Anziehung den Äther zusammendrängt, wie ich oben dargelegt habe? Ist dieses Prinzip nicht das Band für jene konkreten Körper und gleichsam ihr Leim? (d.h. der wahre Magnet des Ätherstoffes, der alle Körper zusammenhält); und wenn diese Säure aus der engen Verbindung mit dem Stoffe durch eine sehr große Kraft des Feuers ausgetrieben wird, sollte der Stoff da nicht in die feinsten Häutchen sich sondern und trennen? Wie kann man also zweifeln, daß er auf diese Weise eine elastische Flüssigkeit bildet, die selbst bei dem geringsten Grad von Wärme sich ausdehnt und selbst bei der Zusammenziehung durch die größte Kälte (die ja niemals die Wärme ganz aufhebt) seine Elasticität nicht verliert? Damit ist also die Schwierigkeit beseitigt, die bei dem Wasserdampfe darin besteht, daß dieser bei einer geringen Kälte zusammenfließt, und weshalb Hales die ausgetriebene Luft als einen Stoff annahm, der von der Natur der Dämpfe durchaus verschieden sei. Somit bietet sich hier den Naturforschern eine Annahme, welche im hohen Grade eine genaue Untersuchung verdient, nämlich, daß die Luft die feinste Ausdünstung der durch die ganze äußere Natur verbreiteten Säure ist, die selbst bei dem geringsten Grade von Wärme noch Elasticität zeigt.

Wenigstens ist bei Zugrundelegung dieser Ansicht leicht einzusehen, weshalb der Salpeter, wenn er durch ein starkes Feuer erhitzt wird, eine so ungeheure Menge elastischer Luft aus sich entläßt; denn die feinste Säure, wenn sie sich von den gröbern Theilen trennt und in den feinsten Dampf umwandelt, ist ja die Luft selbst. Ebenso erklärlich ist es, weshalb die Stoffe, welche dem Feuer am hartnäckigsten widerstehen, die größte Menge Luft bieten und aus sich entlassen; weshalb auch der Weinstein mehr als der Salpeter hergiebt; denn von den Stoffen, die am langsamsten und mit dem meisten Widerstreben die von ihnen innerlich befaßte Säure freigeben, trennt sich dieser in der Gestalt der feinsten Häutchen, so daß er einen so beweglichen elastischen Gegenstand bilden kann, wie die Luft ist. Wo dagegen der Dampf in größerem Maße austritt, bleibt er auch gröber und kann bei steigender Kälte seine Elasticität nicht bewahren.

diários do corpo, que até esse momento não era elástico, sua elasticidade só, quando ele se liberta. Ora, mas como perfaz justamente a característica dos vapores, que após a separação do volume, com o qual eram unificados, mostram a força elástica, então pode-se, mesmo que sem completa certeza, mas com grande probabilidade afirmar, que o ar só é aquele vapor liberado dos corpos, que, quando levado à maior fineza, se mantém em qualquer temperatura e possui uma elasticidade forte.

Muitas e consideráveis [coisas] me fixam neste panorama; pois por que só de corpos, que tem significativa quantidade de óleo, então também de ácido em si, o ar é expulso através de se atear fogo? Não é o ácido o mais forte e poderoso princípio, que por sua atração comprime o éter, como expus acima? Não é este princípio a faixa para estes corpos concretos e ao mesmo tempo sua cola? (que dizer o verdadeiro ímã da matéria do éter, o que mantém todos os corpos coesos); e se esse ácido é expulso da relação muito próxima com a matéria através de uma força muito grande do fogo, não deveria a matéria ali nas mais finas membranas se selecionar e separar? Como pode-se duvidar, que ele dessa maneira forma um líquido elástico, que mesmo no mínimo grau de calor se dilata e mesmo na retração através do maior frio (que nunca suspende por inteiro o calor) não perde sua elasticidade? Assim então superamos a dificuldade, que consiste no vapor d'água já confluir com pouco frio, já, e porque Hales supôs o ar expulso como um material, que seria mesmo inteiramente diferente da natureza dos vapores. Assim se oferece aos cientistas da natureza uma suposição, que merece uma investigação precisa de mais alto grau, a saber, que o ar é a mais fina evaporação do ácido espalhado por toda natureza externa, que mesmo nos mínimos graus de calor demonstra elasticidade.

Ao menos é fácil de admitir na fundamentação desse panorama, porque o salitre, quando aquecido por um fogo forte, deixa escapar de si uma quantidade tão enorme de ar elástico; pois o ácido mais fino, quando se separa das partes mais grosseiras e se transforma no vapor mais fino, é mesmo o ar. Igualmente explicável é, porque os materiais, que resistem ao fogo obstinadamente, oferecem a maior quantidade de ar e liberam de si; porque também o tártaro dá mais que o salitre; pois dos materiais, que liberam com maior vagarosidade e com a maior resistência o ácido por eles internamente envolto, separa-se este na forma da mais fina membrana, de modo a poder formar um objeto tão elástico e móvel, como é o ar. Onde pelo contrário o vapor sai em maiores medidas, ele fica também mais grosseiro e não consegue conservar sua elasticidade em frio crescente.

## Die Übereinstimmung dieser Hypothese mit den Barometer-Beobachtungen.

Aus dieser Hypothese erklärt sich auch die allgemein als räthselhaft geltende Eigenthümlichkeit der Luft in größeren Höhen. Nach den Verhandlungen der Pariser Akademie haben Marald, Cassini und Andere gefunden, daß das Mariottische Gesetz, wodurch die Zusammendrückung der Luft der Größe des Druckes proportional ist, in größeren Höhen |

[1383] nicht mehr gilt; vielmehr fanden sie, daß die Dichtigkeit der Luft geringer war, als sie in Vergleich mit dem Gewicht der niedern Luft nach diesem Gesetz hätte sein sollen. Hieraus ergibt sich, daß die höhere Luft nicht aus Theilchen gleicher Art, die nur weniger zusammgedrückt sind, besteht, sondern aus Elementen, die an sich specifisch leichter sind; denn es bedarf einer größern räumlichen Mengen derselben, damit sie bei gleichem Druck dasselbe Gewicht geben. Wenn sonach die Luft in den verschiedenen Höhen aus verschiedenen Substanzen besteht, ein Umstand, den man sonst bei andern Dingen derselben Gattung auf der Erde nicht antrifft, so erhellt, daß die Elemente der Luft nicht eine besondere Gattung ausmachen, sondern daß die Luft nur als die besondere Form gelten kann, unter der ein anderes Element, nämlich, meines Erachtens, die flüssige Säure sich offenbart. Nimmt man dies an, so kann es nicht auffallen, wenn gewisse Theilchen eines solchen Dampfes (je nach der verschiedenen Dicke der Häutchen) schwerer als andere sind, und wenn die leichtesten die höchste Stelle einnehmen.

## Lehrsatz XII.

Die Natur der Flamme aus den Sätzen meiner Theorie zu erklären.

### 1. Die Natur.

Die besondere Natur der Flamme, im Unterschied von andern Feuerarten, besteht darin: Jeder Körper brennt nur an der Oberfläche, und das Nahrungsmittel der Flamme ist das Öl, mithin eine sehr heftige Säure, welche der elastischen Bewegung als Prinzip dient.

Die Flamme ist nur ein Dampf, welcher bis zu jenem Grade des Feuers gebracht ist, daß er mit hellem Licht erglüht und nur erlöscht, wenn ihm die Nahrung ausgeht. Folgende Umstände sind es nun, welche die Flamme von jeder andern Art des Feuers durchaus unterscheiden: 1) Während die Wärme, die einem beliebigen zu erwärmenden Körper zugeführt wird, nach dem allgemeinen Gesetz der Natur durch die Mittheilung sich vermindert, gewinnt umgekehrt die Flamme selbst bei dem kleinsten Anfang eine unglaubliche Kraft, die in keine Grenzen eingeschlossen ist, so lange ihr die Nahrung nicht fehlt. 2) Das Feuer, was irgend einem entzündlichen Stoffe durch Erwärmung bis zu dem Kochen zugeführt werden kann, ist viel schwächer als das, was durch Verbrennen bemerkt wird. 3) Die Flamme verbreitet Licht, während die übrigen Körper, mit Ausnahme der Metalle, auch bei der stärksten Erhitzung ohne Licht bleiben.

## A concordância dessa hipótese com as observações do barômetro

Desta hipótese se esclarece também a comumente enigmática característica do ar em grandes altitudes. Após as tratativas da academia parisiense Marald, Cassini e outros descobriram, que a lei de Mariotte<sup>22</sup>, através da qual a compressão do ar é proporcional ao tamanho da pressão, não é mais válida; muito mais acharam que a densidade do ar era menor, que deveria ter sido o peso em comparação com o ar [de região] mais baixo segundo essa lei. Daqui resulta, que o ar mais alto não é composto de partículas do mesmo tipo, que somente são mais comprimidos, mas de elementos, que em si são especificamente mais leves; pois requer uma maior quantidade espacial, para que deem o mesmo peso. Se daí o ar em diferentes altitudes é composto por diferentes substâncias, uma condição, que no mais não se encontra em coisas da mesma espécie, então aclara, que os elementos do ar não perfazem uma espécie distinta, mas, em minha avaliação, revela o ácido líquido. Aceitando-se isto, então pode passar despercebido, quando certas partículas deste tipo de vapor (de acordo com as diferentes espessuras de membranas) são mais pesadas que outras, e quando as mais leves tomam a posição mais elevada.

## Teorema XII

Esclarecer a natureza da chama a partir das afirmações de minha teoria.

### 1. A natureza

A natureza peculiar da chama, em distinção a outros tipos de fogo, consiste em: cada corpo queima somente em sua superfície, e o nutriente da chama é o óleo, por conseguinte um ácido muito forte, que serve ao movimento elástico como princípio.

A chama só é um vapor, que é levado até aquele grau do fogo, que ele brilha com clara luz e só extingue, quando lhe acaba o alimento. Então são as seguintes circunstâncias, que distinguem absolutamente a chama de qualquer outro tipo de fogo: 1) enquanto o calor, que é levado a um corpo qualquer a ser aquecido, seguindo as leis gerais da natureza através do compartilhamento, se reduz, a chama ao contrário ganha mesmo no menor começo uma força incrível, que não se encerra em limite algum, enquanto não lhe falta alimento. 2) O fogo, que pode ser levado a qualquer material inflamável através do aquecimento até o cozimento, é muito mais fraco do que o que é notado através da queima. 3) A chama espalha luz, enquanto os demais corpos, com exceção dos metais, ficam sem luz também com o mais forte aquecimento.

---

22. Também conhecida como lei de Boyle ou ainda lei de Boyle-Mariotte

## 2. Die Ermittlung der Ursache.

Der Grund dieser Erscheinungen ist, wenn ich im Rechte bin, folgender: Die Flamme besteht aus einem feurigen Dampfe, und nicht die ganze feste Masse verwandelt sich in die Flamme, sondern es brennt eigentlich nur seine Oberfläche. Da nun der Dampf die größte Oberfläche und den geringsten Widerstand hat, um den Feuerstoff innerhalb seiner zurückzuhalten, so erhellt, daß er die aus dem geringsten Anlaß empfangene wellenförmige Bewegung nicht allein sehr leicht fortpflanzen, sondern auch einem andern entzündlichen Stoffe ohne Rücksicht auf seine Größe in gleicher Stärke allmählich mittheilen kann. Allerdings widerspricht diese Erscheinung auf den ersten Blick dem Grundgesetze der Mechanik, wonach die Wirkung immer |

[1384] der Ursache gleich ist; indeß muß man erwägen, daß die erste Anregung selbst des kleinsten Funkens zur Erweckung der Flamme nur darin besteht, daß ein kleinster Theil des entzündlichen Dampfes zu der wellenförmigen Bewegung seines feurigen Elementes angeregt wird. Jedes in dieser Weise angeregte Element befreit sich mit großer Gewalt und vollführt seine Schwingungen; dadurch erregt es auch die benachbarten und pflanzt auf diese Weise die Heftigkeit der Bewegung durch die ganze Masse fort. Es kann nicht auffallen, daß die Wirkung einer sehr kleinen Ursache hier zu einer außerordentlichen Größe ansteigt, weil die Elasticität des eingeschlossenen Äthers, der sich aus den Hemmungen der Anziehung befreit, auf diese Weise Wirkungen hervorbringt, von denen die Bewegung der vorgehenden kleinen Flamme eigentlich nicht als die Ursache gelten kann; denn sie hängen eigentlich von der Anziehung des Öles ab, dessen feine Zertheilung dem eingeschlossenen Stoffe die Gelegenheit gewährt, sich mit großer Gewalt frei zu machen. Auch bildet der Dampf eine Flüssigkeit, welche in Folge des nicht mehr zusammengehaltenen elastischen Äthers freiere Schwingungen ausführen kann, und der sich in Folge des auf diese Weise ausgestoßenen feurigen Stoffes mehr dazu eignete, theils die Körper zu erwärmen, theils mehr als andere feurige Körper Licht zu verbreiten.

## Schluß.

Indeß beschließe ich hiermit meine kaum angefangene kleine Schrift und will die durch schwerere Pflichten gebundenen Männer nicht länger aufhalten. Ich bitte für diese kleine Arbeit und mich selbst, um die Geneigtheit und das Wohlwollen der hochgeehrten philosophischen Fakultät.

## 2. A determinação da causa

O fundamento desses fenômenos é, se eu estiver na razão, o seguinte: a chama é composta de um vapor fogoso, e não toda massa sólida se transforma na chama, mas queima na verdade só sua superfície. Já que então o vapor tem a maior superfície e a menor resistência para deter a matéria do fogo dentro de si, então aclara, que ele do mínimo ensejo recebido não somente muito facilmente reproduz o movimento ondular, mas também pode gradualmente compartilhar a outro material inflamável em igual força sem consideração a seu tamanho. No entanto, esse fenômeno contradiz ao primeiro olhar à lei fundamental da mecânica, pela qual o efeito é sempre igual à causa; entretanto deve-se ponderar, que o primeiro estímulo mesmo da menor centelha para o despertar da chama consiste apenas em que uma parte mínima do vapor inflamável seja estimulada para o movimento ondular de seu ardente elemento. Todo elemento estimulado dessa forma libera-se com grande violência e executa<sup>23</sup> suas oscilações; assim provoca também os vizinhos e reproduz dessa forma a intensidade do movimento através de todo volume. Pode passar despercebido, que o efeito de uma causa muito pequena aumenta a uma grandeza extraordinária, porque a elasticidade do éter encerrado, que se liberta do obstáculo da atração, dessa forma produz efeitos, dos quais o movimento da pequena chama anterior em verdade não poderia ser válido como a causa; pois [os efeitos] dependem na verdade da atração dos óleos, cuja fina fragmentação concede ao material encerrado a oportunidade, se libertar com grande violência. O vapor também forma um líquido, que por consequência do não mais coeso éter elástico consegue executar oscilações mais livres, e que por consequência do material ardente liberado mais se adequa, em parte aquecer os corpos, em parte espalhar mais que outros corpos ardentes a luz.

## Conclusão

Com isto concluo entrementes minha mal iniciada pequena escrita e não quero deter os homens atados por obrigações mais pesadas. Eu peço por este pequeno trabalho e por mim mesmo pela inclinação e benquerença da estimada faculdade filosófica.

---

23. vollführen – executar no sentido realizar de grandes eitos, obras de arte ou algo imensamente grande, de realizar por inteiro e completo; voll – cheio + führen – guiar

## Referências

GUYER, P. *Kant*. Aparecida, SP: Idéias & Letras, 2009.

KANT, I. *Vorkritische Schriften bis 1768 – Teil 1*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 1977.

\_\_\_\_\_. *Vorkritische Schriften bis 1768 – Teil 2*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 1977.

\_\_\_\_\_. *Kant - Werke*. © Karsten Worm - InfoSoftWare 2007. Basis-Ausgabe: Akad (1905ff.).

\_\_\_\_\_. *De igne*. <https://korpora.zim.uni-duisburg-essen.de/kant/aa01> [acessado 07.12.2020].

LUGOVOY, S. V. *On fire. Dissertation for the master's degree. Translation from the latin into russian*. Kantian Journal, 2019, vol.38, no.2, p. 73-95.

ØRSTED, H. C. *Der Geist in der Natur*. Miami: HardPress, 2019.

\_\_\_\_\_. *Über die Architektonik der Naturmetaphysik*. Google Books, 1820.

SHANAHAN, T. *Kant, Naturphilosophie and Oersted's discovery of electromagnetism: a reassessment*. Stud. Hist. Phil. Sci., Vol. 20, No. 3, pp. 287-305, Pergamon Press: 1989.

VAIHINGER, H. *Pessimismus und Optimismus vom kantschen Standpunkt aus*. in Archiv für Rechts- und Wirtschaftsphilosophie, Vol. 17, No. 3 (1923/24), pp. 161-188 JSTOR [www.jstor.org/stable/23685299](http://www.jstor.org/stable/23685299).