藤野修吉
花井七三郎共編
草野堅藏

通俗倫理 文化一斑

東京 博文館藏版

凡例

故工科大學々生角喜久治此著ニ志シ稿半バ成ルノ時空シク黄泉ノ客トナル君性沈毅才亦人ニ秀ツ名利ニ走ラズ輕擧ヲ忌ム此著ヤ自ラ修メントスルニ意アリテ他意ナシ是ヲ以テ君ハ廣ク探リ深ク究メ且ツ甚タ多ク勉メタリキ余嘗テ君ノ知遇ヲ辱フシタルモノ遺稿ノ湮滅センコトヲ惜ミ君ト同僚ニシテ理科及工科大學ニ在ルモノト協力シ漸ク其稿ヲ完フス專ラ君ノ意志ヲ繼クノ外他意ナシ是ヲ以テ自ラモ亦勉メタリト云フヲ憚ラザルナリ

著者識

通俗百科全書 第十六編

通俗理化一斑目次

理化學總論……一
上編 物理學一斑……六
總論……六
第一章 力學……一一
第一節 力……一一
第二節 運動……二二
第三節 仕事エネルギー、摩擦等……三二
第四節 簡單なる器械……三六
第二章 流體力學……四三
第一節 液體の釣合……四三
第二節 氣體の釣合……五六
第三節 液體の運動……六九
第四節 氣體の運動……七五
第五節 流體の抵抗……七八
第三章 熱學……八〇
第一節 熱の作用……八一
第二節 熱の傳導及び發射……九六
第三節 比熱及び潛熱……九九
第四節 熱源……一〇二
附錄 氣象學大意……一〇六
第四章 光學……一一一
第一節 光の發散……一一一
第二節 光の反射……一一八
第三節 光の屈折……一二五
第四節 光の分散及び色……一三四
第五節 光學器械……一四五
第五章 音響學……一五七
第一節 音の傳達……一五七
第二節 音樂及び樂器の振動……一六五

第三節　人聲、器械……一六九
第六章　磁氣學……一七二
第一節　磁石の種類及び其性質……一七二
第二節　地球磁力……一七六
第三節　授磁法……一七九
第七章　電氣學……一八一
第一節　摩擦電氣……一八一
第二節　ガルヴァニ電氣（或は濕電氣）……一九五
第三節　濕電氣の作用……二〇一
第四節　電流と磁氣との關係……二一〇
下編　化學一斑……二二三
總論……二二三
第一章　非金屬元素……二二七
造酸素屬……二二九
酸素屬……二三五
窒素屬……二四六
炭素屬……二五四
和假或は化合位……二六一
第二章　金屬元素……二六四
アルカリ金屬類……二六六
アルカリ土類の金屬……二七三
マグネシユム屬……二七七
普通金屬類……二七八
第三章　普通の炭素化合物……二九五
アルコール類……二九八
酸　類……三〇二
エーテル類……三〇五
含水炭素……三〇七
ベンジン……三一五

籠頭目次

物理學者列傳

○アルキミデス氏
○トリセリー氏
○ロバート、ボイル氏
○サーアイザック、ニユートン氏
○ベンジヤミン、フランクリン氏
○ルムフオルド伯
○トーマス、ヤング氏
○ケルヴイン伯
○モールス氏
○ジヨセフ、ヘンリー氏
○ジエームス、クラーク、マックスウェル氏
○ジヨンチンダル氏
○トマス、アルヴァ、エヂソン氏
○ジエームス、ワット氏
○ジヨン、ドルランド氏
○ギエツセ、ラムスデン氏
○ウイリアム、ヘルシエル氏

化學者列傳

○ゼエンバプチスト、デユーマ氏
○ジヨセフブラック氏
○フリストリー氏
○カール、ウイルヘルム、セレー氏
○ラバジール氏
○サーバンフレー、デビー氏
○ミカエル、フアラデー氏
○フリードリヒ、ウエレル氏
○トーマス、グラハム氏
○フレデリヒ、ケクレー氏
○ドミトリ、イバノウヰチ、メンデリエフ氏

理化學叢話

通俗理化一斑

藤野修吉
花井七三郎共編
草野堅藏

通俗理化一斑本欄及籠頭目次終

目次 四

理化學總論

凡そ天地間の森羅萬象、吾人が五官によりて其存在を知り、其特性を辨別することを得るもの、之を物體或は物質と稱し、其數幾億萬なるを知らずと雖とも、必ず皆空間の一部を占めて多少の重量を有するものなり。而してたゞ其各種物體の形狀を研究し、性質を考察し、又其異同を類別するが如きは、卽ち之れ礦物學、地質學、動物學、植物學、及び解剖學等の主とする所にして、理化學の旨とする所にあらざるなり。

親よ禽獸、草木等生を天地間に享くるもの、或は直ちに枯死するあり、或は幾多の變遷を經て遂に全く凋落し去るものあり。何れも皆天地の長久なるに比すれば一瞬時の生存にして、直ちに其痕跡をだに留めざるに至るなり。又かの無數の岩石の如き、一見すれば歲月と共に毫も變化なきものゝ如しと雖とも、或は同種のもの聚合して容量を增大し、或は風雨に逢ひ、水勢に激して漸く分裂片碎し、遂

◉物理學者列傳

◎アルキミデス氏

「アルキミデス」氏は西洋紀元前二百九十年「シラキユース」に生る、何王「ヒーロー」の血族なりと云ふ、幼にして學を修め、埃及に到り滯留數年、數多の有名なる學者に交り、大に聲ふる所あり、歸國後一生を擧げて數學及び物理學の研究に委ねしが、一朝本國の事あるや、直ちに書籍を抛ち起ち國家に盡すの慨氣あり、紀元前二百十二年の頃、羅馬人の「ヒーロー」王と戰端を開くや、羅馬人は「シヽリー」島に於て大勝を得しかば、進んで「シラキユース」を包圍せんとせり、市民之を聞きて戰恐し、只管降參せんことを欲す、「アルキミデス」氏肯んせず、自ら

奇計を案し、市壁の下に無數の器械を据へ、羅馬の海陸軍を打惱まさんとせしたりける、此所謂奇計に就きては茫として知る所なきも、長き材木の梃を以て羅馬の軍船を覆し、岩石に突當て碎きたりとの傳說は勿論、無數の平面鏡を用ゐて太陽光線を反射せしめ、以て敵船を燒き拂ひし等のことは信し難き所なりとす、尤も「バッフォン氏」の試驗の如きは幾分か此傳說を辯護するものにして、氏は百六十八箇の平面鏡を用ゐて太陽光線を反射し、一點に集合せしめしに、其光は二百或は三百呎の距離に在て木片を燃やすに足れりと云ふ、然れども鏡面の完全なる能はざる、又は船の靜止するものにあらざると等は、以上の傳說を信するの頗る愚なるを示すものなり、さて此有名なる器械學者の工夫にも拘はらず、首府は直ちに陷り、羅馬人は恰も「シラキユース」人が「ダイアナ」神の祭式を執行しつゝありし間に亂入して市を占領したり、

羅馬の大將「マルセラス」は學者を尊敬する人なりければ、「アルキミデス」氏を其家屋とは決して損傷することなかるべしと命したるも、命令下に通せざるを、「アルキミデス」氏の頑固なるにより、氏は恰も砂上に幾何圖を畫きつゝありし際に殺害せられたり、「マルセラス」之を聞きて大に痛み、其家族に特別の保護を與へ、「アルキミデス」氏の爲には一ケの紀念碑を建てゝ、其生前の希望の如く、圓筒内に球を內切したる樣を刻せり、これ紀元前二百十二年のことなるが、之より百四十年の後、時の「シセロ」島長官「シセロ」は、氏の墳墓の甚しく荒廢するを慨して自ら「シラキユース」に到り、之を探見せしが辛ふして荊莉の間に僅に尖頭を顯はしたるものゝ、圓筒内の球に似たるを見て直ちに發掘せしに、果して之なりしが碑文の半は既に磨滅せられ居たりと云ふ。

「アルキミデス」氏の名譽は、氏の國人が

に塵土に混和するに至るなり。かくの如くにして、宇宙間に覆載するもの、各遲速ありと雖ども、必ず幾多の變遷に遭遇せざるものはあらざるなり。其時と共にする物體の變遷を稱して物體の現象と云ふ。

物體の現象を觀察して其現象の由て起りし所以を推究し、又其現象は如何なる法則によりて生ぜしものなるやを研究するは、之れ即ち理化學の本旨とする所なり。

物體の現象は千差萬別なりと雖ども、之を大別して二種となすことを得べし、其一はたゞ物體外部の狀態に變化を生ずるのみにして、物質其ものゝ變化するにあらざるものなり、例へば水を鐵器に盛りて之を火上に置けば、水は熱せられて沸騰し、遂に水蒸氣となるべし、されど其水蒸氣は寒冷なる物體に觸るれば直ちに點滴をなして復た水となり、もし嚴冬氷塞の候にありては更に凝固して氷となるなり、かくの如く溫度の差異により、氷となり水に戻り又は水蒸氣に變ずと雖ども、其水を組成する物質に變化あるにあらずして、たゞ其細微なる部分の聚合離散の狀態を種々にするのみなり。

又細長の硝子棒を取り、フラネルの小片にて之を摩擦するときは、硝子棒は紙片の如き輕小なる物體を牽引するの性質を帶ぶるに至るべし、之れ即ち電氣を起せしなり、或は又細小なる鋼鐵片を取り、暫時之を磁石に附着して後、其中央を糸にて結び之を吊下すれば、鐵片は磁力を感受して自ら南北を指すべし、此二例に於て硝子棒及び鐵片は新しき性質を帶ぶるに至りしと雖ども、其外部及び內部の狀態に於ては毫も變化ずる所なく、硝子棒は依然として硝子棒にして、鋼鐵片は依然として鋼鐵片たるなり。

以上諸例に於て見るが如く、物質其ものゝ變化するとなき、物體の性質、及狀態の萬般の變化を總稱して、之を物理學的現象と云ふなり。他の現象は物質其ものに變化を生ずるものにして、例へば磨きたる鐵の一片を取りて之を空氣中に置くときは、其表面は遂に赤褐色の鐵銹を以て掩はるゝに至るべし、又薪炭の燃燒するや、火光と溫熱とを發生して殘る所たゞ灰あるのみ、其他果實の液汁、又は牛乳、若しくは淸酒を取りて之を空氣中に曝露し置くこと久しきに至るときは、遂に酸味を帶ぶるを見るべく、一包の火藥を出だし、之に點火すれば直ちに轟然たる響を發して爆裂し、濃煙を生ずるの外殆んど餘す所あらざるべし、而して此鐵銹は既に鐵にあらず、溫熱と灰は既に薪炭にあらず、酸味を帶びたる腐敗せる果實の液汁や、牛乳

附纏せし奇怪の傳說に由りて損はるゝものあらず、幾何學、力學、液體動力學に於ける許多の發見は氏をして永く不朽ならしむるものなり、氏は球體の表面或は容積は各外接圓筒の表面或は容積の三分二に等しく、又圓の直徑の圓周に於ける比は殆んど二十二分七なるを發見せり、槓杆の理も、平面形の重心を求むる法も、又氏の發見せる所にして、水を上ぐるに「アルキミデス」の螺旋なる器械あり、最後に最重要なるは流體學中「アルキミデス」の原理と稱するもの、發見之なり。

今此發見の來由を叙せんに、「ヒーロー」王或時一箇の金冠を得しが、其果して純金なるやに疑ふ所あり、氏に命じて之を檢せしむ、但し此貴重なる製作品に損害を與ふることは王の許さゞる所なれば、氏は大に問題の解釋に苦みたりしが、一日浴湯の際氏の體の沈むに從て湯の溢るゝを最も通俗なる現象を見て、急に悟る所あり、謂らく同重量にして同一密度の物體は液體を溢れしむること同等にして、然らざるものは不同なりと、是に於て問題を解釋するの端緒を得、歡喜措く能はず裸體のまゝ浴室を跳り出し、余は之を發見せりと連呼しつゝ家に歸り、直ちに金冠と同重量なる純金及純銀塊を得、水を充滿せる器中に順次に上の三者を浸たし、其際溢れたる水の重量を檢せしに、金冠が溢れしめたる水は純金の場合より多くして、純銀の場合より少かりければ、氏は始めて金冠は純金にあらずして、金銀兩者の混合より成るものなるを詰論し得たりと云ふ、之れ氏の後益々此問題を研究して遂に比重に關する前述の原理を發見するに至りし來由なり。

猶氏の逸話として傳へらるゝものあり、氏は槓杆の理を發明したること前述の如くなるが、此器械の生ずる驚くべき作用を見るや、公言して曰く若し余が空間に立脚の地を有せば、槓杆に由てよく地球を動かすべしと、是れ亦槓杆の理を應用したるものにして、其理は前述の如し、又氏は滑車の理をも發明したりと傳へらる、も、是れ亦槓杆の理を應用したるものにして、其理は前述の如し、又氏は滑車の理をも發明したりと傳へらる、も、是れ亦槓杆の理を應用したるものにして、其理は前述の如し、

氏の發明中最も著名なるは、螺旋なる揚水器械にして、其構造は圓筒の中に螺旋を入れ、其一端を水中に入れ、他端を上げて回轉すれば、水は螺旋に從て上昇し、他端より流出する

を動かし得べしと、氏の力を地球の重さとに大軒輊あるの結果として、之を行ふ爲に幾何距離の地にあるを要すべきやは氏の言はざりし所なるが、今假りに氏が兩脚を踏むの地ありしとし、又此用をなすに堪ふべき槓杆ありとし、一時間二哩に通して三十 磅 の力を以て其長臂を引き得しならば、一日十時間働き千億萬年間絶へず盡力するも、尙地球を一吋動かすに足ざりしならん。

「アルキミデス」氏の著書は千七百九十二年英國に於て出版せられたり。

○トリセリー氏

氏は有名なる伊國の數學者幷に物理學者にして、千六百八年を以て生る、幼にして「ファエンザ」の地なる「ジエジユイト」派の學校に學び、次で羅馬に到り「カステリ」氏に就て業を修め、大に得る所あり、力學に關する二小冊子を著せしが、此書有名なる學者「ギヤリレオ」の讀む所となり

上編　物理學一斑

總論

○分子及び原子

物體内部の構造如何に就ては明確なる說明をなし難しと云へども、其實質は決して各部緻密に相連續して、其間少しの空隙をも餘さゞるが如きものにあらざるを知るなり、何となれば如何なる物體と雖ども、之を器械的に分碎して無數の小片となすこと、甚だ容易なればなり、若し非常に銳利なる器械を以て、物體を分碎するの極、終に其原性質を失ふにあらざるよりは、最早之を分つ能はざるの小片に達するを得るとせば、此小片は卽ち物體の分子と稱するものなり、分子は唯原物體の一小片たるに過ざるを以て、其性質に於ては一の異なる所なきは勿論なり。

分子は物體の極小片にはあらず、更に之を化學的方法に由て分析すれば、原物體と性質を異にするものを生ずべし、之を原子と云ふ、物體もし始より原素なれば、其一分子は二三の同種の原子と含むの理にして、凡そ原子なるものは、同種或は異種を問はず、

て深く氏の多才に感じ、氏を「フロレンス」に招きて研究を共にせり、かくて氏は「ギヤリレオ」を師友として共になす所ありしが、其死後師に代て「フロレンス」大學の數學教授となれり、氏は晴雨計の發明家として有名に、又顯微鏡及び望遠鏡に改良を施したること多し、今氏が晴雨計を發明するに至りし來歷を述べんに、同國「タスカニー」侯爵、或時深き井を穿ちて湧出する水をば通常のポンプにて擧げ出さんとせしに、不思議にも水は三十二呎以上には登らざりければ、之を「ギヤリレオ」に告げて其理由を問へり、「ギヤリレオ」も終に之を說明ずる能はざりしが、其死する以前に「トリセリー」氏に囑するに此研究を以てしたり、氏は是に於て大に考ふる所ありしが、遂に水の擧げられ且つ支へらるゝは大氣壓の致す所ならざるやを疑ひ、水銀柱を以て實驗を行ひしに、（本書本文中に載ス）果して其說の當れるを見たり、該實驗に於て

二三相合して一の分子を成すにあらざれば存在する能はざるものとす。

今普通の物體に於て、一分子と隣れる分子との距離を計るに、兩中心の相距ること實に殆んど一分の三千萬分一より小にして、七億分一より大なりと言ふ、卽ち假りに米粒が地球大になりしと想像するときは、分子の大さは小豆粒より大にして拳大に若かざるべし。

○凝集力及び物體の三態

凝集力は原子或は分子の無數に相集りて成立せるものなるに、多くの物體の如く物體の異なるに從ひ、又同一物體に上述の如く其形態を保ち、之を分裂せんとするものに向て多少の抵抗あるが爲なり、もし此力なきときは、天地間の物體一として其形體を維持すること能はず、盡く粉碎し去て分子の壘積せる一塊を現出するに至るべし、此力を稱して物體分子の凝集力と云ふ。

凝集力は分子間の引力なれば、物體の異なるに從ひ、又同一物體に在ても温度の高低等によりて、變化消長あるを免れず、此理によりて物體は三種の異れる狀態を取るに至れり、所謂三態とは左の如し。

硝子管の上端に生ずる眞空は所謂「トリセリー」の眞空なるものにして、氏は實に之に由て古來よりの格言たりし「自然は眞空を忌む」の説を打破したり。

千六百四十七年「プロレンス」に沒す。

○ロバートボイル氏

ロバート、ボイル氏は西歴千六百二十七年一月廿五日愛蘭に生る、父はリチヤード、ボイルと呼び、貧賤より起りて富貴を得、コルク侯爵となり、愛蘭に於て大なる領邑を有するに至りし人にして、氏は其第七子なりとす、母は氏の生るゝ四年の後死し、父は千六百四十一年の内亂の際も榮華を極め、千六百四十三年を以て沒せり、クロンウェルが侯爵の「ムンスター」（愛蘭）に於ける領邑に施したる洪大なる改革の跡を見るや、もし各州に一人づゝのコルク侯爵あらしめば、愛蘭人をして決して叛亂を起さしむることなかるべかりしにと言へしと云ふ、

（一）固體　凝集力の最大なるものにして、從てよく其形態を保ち、或特種の力を加ふるにあらざれば之を變せしむる能はず、又其一端を持てば全體を動かし得べし、木石金屬等の類是なり。

（二）液體　固體に比すれば凝集力大に乏しく、器の方圓に從て容易に其形狀を變じ、一部を持して之を動かすも全體の從はざるもの、例へば水、油、アルコールの如きを云ふ。

（三）氣體　例へば空氣水素及び蒸氣等の如く、凝集力の殆ど全く存在せざるのみならず、却て常に散逸して更に大なる居所を占めんとするものなり。

以上の三態が物質固有の性質にあらずして、たゞ其分子間に存在する凝集力の多少に基因するものなることは、水の例に見て益々明なるべし、通常液體として存する水も、或は固體の氷となり、或は氣體の蒸氣となるは、温度の高低によりて凝集力の消長を來たしたる結果にして、氷、水及び水蒸氣は其實質に於て毫も差異あらざるなり。

液體及び氣體を合して之を流體と稱す。

○物體の諸性

凡そ物體は如何なるものと雖も等しく之を有する性質あり、之を通有性と云ふ、容性、不可入性、分性、孔性、被壓性、無盡性、惰性、可動性、彈性、及び引力是なり、堅固、流動、粘着、可延、可鍛、透明、帶色等の諸性は、或は之を有するものあり、或は有せざるものあるを以て特有性と稱す、以下述べんとするは物體の通有性なり。

（一）容性

凡ての物體は空間の一定部分を占有するものなり、之を容性と稱し、長短、厚薄、廣狹の稱を以て呼ぶなり、或は此性によりて物體の大さと稱し、又高底、深淺と呼ぶことあるも、毫末の差異あるにあらずして、たゞ便宜に從ふのみなり、此等の大小を測るの器械は種々あり、尺度の如きは卽ち其一なりとす。

（二）不可入性

容性に由て各物一定の空處を占有するを以て、他物の來て此處に侵入するを許さず、卽ち二個の物體、同時に同一の空處を占有することを能はざるべし、之を不可入性と云ふ、例へば石を水中に投ずれば石と水とは同時に同一の位置を占むる能はざるを以て、石の容積だけの水は押上げらるべし、然れども日常見る處に於て、此性に例外なるが如き觀あるもの少きにあらず、木材に釘を打つも其容積を增

ボイルは幼にして父母と共に田舍の別墅に成長し、小學に入る前に佛語及び羅甸語を學び、夙に其學才あるを顯はせり、其漸く長じて「イートン」校に入るや、深く校長の愛する所となり、乞はざるに休暇を與へられ、又他の小兒より取上げたる「ボール」や獨樂を與へらるゝと屢々なりし、一日學校にあるや寢室の壁崩れて寢臺、椅子、書籍等の道具と共に氏及び氏の兄の頭上に落ちかゝりしが、兄は幸に傍人の爲め救ひ出されしも、氏は殆んど之が爲に壓せられんとして不思議にも其寢臺の支ふる所となりて無事なるを得たりと云ふ、「イートン」校に在ること殆ど四年にして、其終りの頃には前に學び得たる羅甸語も大半を忘却するに至れり、之れ氏の語學なるものを盡く飾の術となし、專ら物質的の學問に心を傾けしによれり、校を去りて家に歸り、間もなく一牧師の許に預けらるゝに及で、再び羅甸語の勉强を始め、又閑暇あれば英詩を作

りて自ら樂めり。

千六百三十八年氏は兄と共に佛國に渡り、「リオン」に滯留すること少時にして「ゼネバ」（瑞西國）に到り、勉學二年に渉れり、「ゼネバ」を去るや「アルプス」山を超へて北伊太利を旅行し、觀光の傍伊語の研究に熱心せり、終に羅馬に遊ぶの後佛國に歸り、「マルセーユ」に止まりて父の許よりの送金を待ちたるに、如何なる事の間違にや、一向に到着せざりしかば、人に乞ふて辛ふじて英國に歸着せしは千六百四十四年の夏なりき、此時や氏の父は既に歿して、其領邑は氏の相續を待ちつゝあるなりき、龍動に達して氏は其一人の姉と同居し、時の王黨軍に入る能はざりしが、其後再び佛國に行き、千六百五十五年「ケンブリッヂ」に遊び、終に「スダルブリッヂ」に居を卜し居ること五年間專ら化學及び物理學の研究に從事せり、氏が時の名家と共に初めて「隱れたる學校」なるものを組織せしは千六百四十六年十月にありとす、之れ即ち後に官立公會となりて今猶存するものゝ起原なり、蓋し當時俗界の紛紜より遁れんとするの念は、此等の人をして一處に隱退して共に學術を研究するの志を起さしめ、所謂隱れたる學校の創立を見るに至れるものなるべし。

氏は殆ど二十歳にして數多の著書あり、皆宗教又は文學に關するものなり、千六百五十二年より五十四年に至る間に愛蘭の故園を訪ふもの數回、歸來「オックスフォルド」に居を定むるや、其住屋は直ちに大學科學界の中心となれり、實に氏及び氏の儕輩は英國實驗的物理學の開拓者と稱すべきなり。

氏は此間に排氣器を製造し、之に由て空氣の張力及び重量に付て諸種の實驗を行ひ、遂に有名なる「ボイル」の法則と稱するものを發見するを得たり、千六百六十一年「實驗的物理學等の必用なる理由」と題する著述を公にし、千六百六十三年、然るに顯微鏡は吾人に報ずるに、更に此血球より小なる微蟲の存在を以てす、然らば此小蟲の血管を流るゝ血液の血球は如何に小なるものなるべきや、殆ど想像外なりと云ふべし。

（四）孔性

物體分子の形狀は吾人の見る能はざる所なれども、恐らくは其球形はざるものとす、孔性は卽ち此狀を言ふものにして、海綿或は浮石に於ける如く肉眼に見るべきものあり、黃金等に於ける如く見るべからざるものありと雖とも、皆多少之を有せざるはなきなり、物體の疎密も其氣孔の大小に由て區別せる語なり。

金の孔性は西曆千六百六十一年、伊國フロレンスに於ける實驗に由て始て明にせられたり、當時フロレンスの科學者等は、水の壓縮せられ得べきものなるやを驗せんと欲し、薄き黃金球を作りて水を盛り、口を密閉して強大なる壓力を加へ、球を變形せしめんとせしに（球變形すれば內容を減ず）水は黃金の氣孔を通じて外面に出で、露滴の如くに附着せるを見たりと云ふ、之より二十年前、フランシス、ベーコン氏は鉛球を以て同一試驗をなし、同樣なる結果を得たるとありしと云ふ。

年「色に關する實驗及び考究」と題する論文を出版せり、同年又「暗中に輝く金剛石に付て」の觀察を公にし、翌年「種々の問題に於ける追憶記」と稱する書を著せしが實に其名の如く極めて廣き範圍内の諸問題を解釋したるものなり、「寒冷に付ての新實驗及思想」は千六百六十五年出版せられ、其中に水の氷るに際して其施す力の原因、寒冷の度を計る法、及び寒劑の作用等を論せり、磁氣及び電氣も又氏の研究範圍内に逸する能はず、即ち氏は磁氣の感應に就て多くの實驗をなし、鐵片幷に吸鐵石（天然磁石）は、熱して冷やすときは地球の感應に由て磁氣を得ることを發見せり。

千六百六十五年氏は氏と因緣淺からざる「イートン」の校長に指名せらしも之を辭せり、恰も此時を以て出版せられたる其著「流體靜力學の逆說」は引力作用の下に於ける流體壓力に關する凡ての普通定理を實驗的に說明せるものなり、千六百

（五）被壓性　物體に此性あるは、孔性あるの結果にして、相應の壓力を加ふるときは、分子をして相近つかしむるを以て物體の容積を減ずべし、氣體は最も此性に富むものにして、強大なる壓力を加ふれば其容積を數百分一に減ずるを得べし、但し一定の度ありて其以上の壓力を受くるときは、遂に液化するに至るべし、固體に於ては、海綿の甚だ壓縮し易き、鐵棒の打槌せられて幾分か縮小する等、皆此性あるを示すものなり、液體は八しく此性の存在を疑はれしが、幾多の實驗を經て遂に同じく之を有することを明にせられたり。

（六）無盡性　物體は種々の原因により、或は其狀態を變じ或は其性質の異れる夫れ物體は、決して消滅することなし、之を無盡性たるものにして變移すと雖も、今淺き皿に水を注ぎ空氣中に置くことく久しきに至るときは、終に水の消失するを見るべし、然れども水は蒸氣となりて空中に昇りたるものにして他日雨となつて地上に降ることあるべし、ランプの油は漸々減失し行くが如きも、之れたゞ瓦斯に變せるのみにして、其一分子と雖とも失はるゝものにあらざるなり、かくの如き變化は絶へず自然間に行はるゝものにして、人體の如きも其骨髓に至るま

八十年官立公會は氏を其會頭に選びしが、同會の規則によれる會頭就任の宣誓に肯せざる所あるを以て之を辭せり。

氏の手記せる原稿の大半は、或不注意によりて腐蝕液の爲に滅せられ、又損害せられたるが如し、千六百八十八年氏は之を一友人に報じて、氏の凡ての注意と謹愼も「一束の中に含有せる事實材料の六世紀」を他の多くの小論文と共に失ふを防ぐ能はざりしを悔へり、然れども氏の著述は出版せられたるものにても甚だ多く、其書名を列記するのみにて數頁を要すべし、中には宗教に關するもの頗る多く、醫學の著書も亦少からずと云ふ、氏は常に視力の弱きを患とし、爲に自ら其著を校正する能はず、或著書の原版に載せたる廣告文中に、出版者は此事を記し同時に出版者が氏に代りて之を訂正し得ざるは其職業の異なるに免じて恕せられよとありとか、氏は原稿の損失と健康の衰弱とに由て、千六百八十九年より毎週

で、各七年毎に一變するものなりと云ふ、然れども凡て此等の變動に關せず、宇宙間物質の全量は遠き古より遠き將來に至るまで、終始增減することなきものとす。

（七）惰性　惰性とは之に由て物體が運動より靜止に、或は靜止より運動に、其狀態を變ずる能はざる消極的性質なり、例へば岩石の頑として其處を更へざる、又は地球が其軌道を走りて休まざる、皆惰性によるものなり、もし運動せる物體が靜止し、或は靜止せるものが運動を始むる所以は、之れ或外部の原因卽ち力と稱するものゝなす所なり。物體重ければ惰性從て大にして、之を運動せしめ若しくは靜止せしめんとする力に抵抗すること大なり、小兒の殆んど大人に追及ばれんとして急に方向を轉ずる、又は犬に追はるゝ兎のしかするは、卽ち敵の體の重くして、急速に方向を變ずる能はざるを知ればなり。

（八）可動性　物體は其惰性に由て多少の抵抗を表はすと雖とも、相應の力を加ふるときは動かし得ざるものなし、之れ卽ち可動性なり。

（九）彈性　物體の形狀或は容積を變せしめんとするとき、其力の止むや直ちに

二日を撰び、此日は來訪者を謝絶して專ら其著殊に損失を蒙れる部分の補訂に盡瘁せり。

「ロバート、ボイル」は千六百九十一年十二月三十日六十五歲を以て沒す、博士「シヨー」が「ボイル」の一著に序したる中に曰く、天才と學識の人は何れの世に於ても、自然を言語にて說明せんとするに忙し、「ボイル」氏のみは然らずして、全く理學を活動せしむるを勉めたり、氏が常に唯一の目的とする所は、讀者をして饒舌家もしくは默想家たらしめずして、實際的の實用的の理學者たらしむるにあり、氏自らが其好例と云ふべし、氏は天然の物體に付てなし得べき凡ての實驗を行ひ、盡く誠實を以て之を傳播せりと、「ボイル」が其著の終に記したる句あり、曰く

「自然」の書は美にして大なる卷物の如し、吾人は一時に之を見る能はず、唯其少しづゝ展開するに從て顯はるゝ所の美と對稱とを見て以て滿足せざるべからざるなり。

○サー、アイザアク、ニユートン氏

有名なる數學者幷に物理學者なる「ニユートン」氏は西曆千六百四十二年（天文學者「ギヤリレオ」死するの年）十二月二十五日英國「リンコルン」州なる「コルステルウォルス」に近き「ウールソルプ」に生る、父は農夫にして氏の母を娶るの後數ケ月にして死せしを以て、氏は生れながらにして父なきの子たるのみならず、其體軀の小なる、小樹の中に置き得べしと言ひ合はされし程なりしが、漸く長ずるに及で身長大に伸び體力も加はり、終に人壽の平均以上を享くるを得たり。

「ニユートン」家は氏の前百年以來「ウールソルプ」に住し、其祖先は明ならずと雖も、氏の誕生後三年にして氏の母は再び「バルナバス、スミス」なる宣敎師に嫁し、

原形に復し、若しくは原容積を充たさんとするの性を稱して彈性と云ふ、氣體は最も此性に富み、固體中樹膠、象牙、硝子及び大理石等は頗る此性を有す、液體は一般に乏しとす。

（十）

凡て物體は互に相牽引するの性を有す、之を引力と云ふ、今銃丸を持ちて手を離すときは地上に落下すべし、卽ち地球の引力あるを示すものなり、此際地球も又銃丸に近つくものなりと雖ども、兩者容積の著しき差異によりて之を見ること能はざるものとす、猶本題に付ては後に述ぶる所を見るべし。

第一章　力學

第一節　力

○運動及び靜止

運動及び靜止には、相對的と絕體的の二種あり、相對的とは或他の物體に關して稱するものにして、一物體甲が他の物體乙に對して常に其位置を變ずるときは、甲は乙に對して運動すと云ふ、もし甲が乙に對して其位置を變せざれば、靜止すと云ふ、例へば爰に人ありの家屋、樹木等に對しては運動の狀にありと云ふべし。

絕體的運動及び靜止とは、空間に定めたる理想的の一點に對して云ふものにして、夫れ地上の物體は地球に對して靜止の狀にあるものあり、或他の中心に由て廻轉するの理あるを以て、絕對的靜止なるものは宇宙間に存在することなし、物理學に所謂運動及び靜止とは、常に地球に對して云ふ所のものにして、此等を論ずるの科を稱して力學と云ふ。

○力

凡そ靜止せる物體を運動せしめ、或は其運動の狀態を變ぜしめ、或は又全く之を靜止せしむる原因を稱して之を力と云ふ、物體靜止する時と雖ども、力の之に作用せざるにあらずして、たゞ其平均或は釣合の狀態にあるものなりとす、卽ち力なるものは現象を生ずる所以の原因にして、其存在及び大小は、現象によるにあらざれば知るを

一男三女を擧げたり、此際「ニュートン」は祖父の許に留まりて小學の教育を受け、十二歳にして「グランサム」の公立學校に入り、藥劑師「クラーク」氏の許に寄食せり、然れども絶て課業を勉強するの跡なく、級中に在ても常に下席にありしが、或時上席の小兒と爭闘を始め、之に負けたるを恕り、此恨は必ず席順の上にて酬ひざるべからずとなし、始めて奮發の念を生じ終に級の首席を占むるを得たり、是より大に勉勵し放課時間と雖ども他の小兒と共に遊ぶことなく、風車、水時計、馬車、紙鳶等其他種々の器械の工夫に餘念なかりし、又畫學及び詩歌にも興味を有せしと雖も、此等は畢竟氏をして有名ならしむるものにあらざりしなり、千六百五十六年養父の死するや、母は其三人の子を連れて再び「ウールソルプ」に歸りて氏と共に住むに至り、其時氏は十五歳なりしが、爲に學校を退き農業の手助を命せられしも、書籍や水時計や氏の念頭を去る能はずして農事を怠諸に附し、穀物は偶々家畜の爲に散亂せらるゝの類なれば、家人も其甲斐なきを悟り再び「グランサム」に送りたり、氏は次で「ケンブリッヂ」の「ツリニテー」大學に入り、千六百六十一年六月十九歳にして該大學準給費生たるを許されぬ、氏は古流の幾何學を侮蔑するの癖を有し、其晩年博士「ベンベルトン」に懺悔したる所によれば、氏は未だ「ユークリッド」幾何學の初歩を學ばざる前に、自ら「デカート」等の著述（解析幾何學）を讀みたりと云ふ、千六百六十五年學士の稱號を得、同年五月始めて氏の微分學に於ける思想を筆にする所あり、千六百六十六年一ケの三稜柱を得て、光の屈折の不同なること、及び色の眞相を發見し、又屈折望遠鏡の改良の出來べからざることを感じ、（之れ誤謬なり）自ら反射望遠鏡の製造に盡瘁せり、かゝる間に此年「ケンブリッヂ」に疫病流行せしかば、氏は故郷「ウールソ

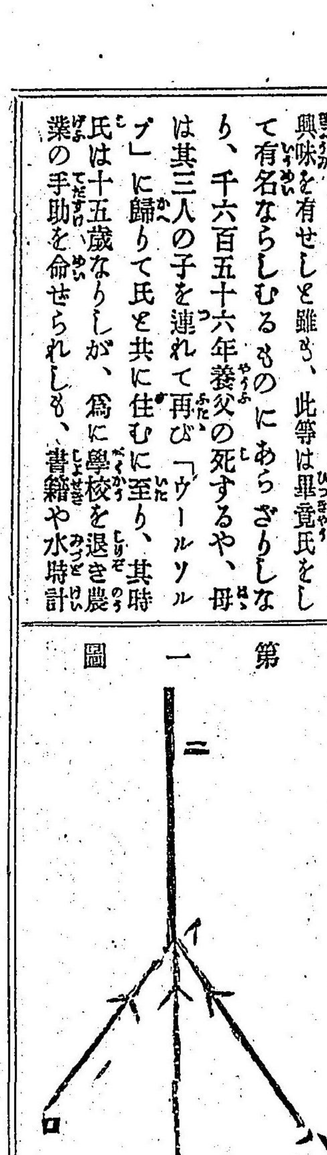
得ざるものなり。

物體の一點に數多の力が働きて作用をなすとき、若し或他の一力を變せしめ、或は全く之を停止せしむるも亦力なり、地球が太陽の周圍に廻轉ずる、血液の血管内を流るゝ、林檎の地上に落つる、皆力のなす所ならざるはなし、かく力には種類大小ありと雖へども、之に由て生ずる運動及び靜止の法則を研究するに於ては、毫も異ることなく、力學に於ては、線の方向及び長さを以て力の方向及び强さを示すものとす。

○分力及び合力

物體の一點に數多の力が働きて作用をなすとき、若し或他の一力を以て同點に働かしめ、同一の作用をなし得れば、この後の一力を前數力の合力と稱し、前數力を此一力の分力と云ふ。

第一圖



上圖に於て（ロ）（ハ）（ニ）なる三力が（イ）なる一點に働きて釣合の有樣にあるとき、其中の任意の一力、例へば（ニ）は他の二力（ロ）（ハ）の働を消滅せしむべし、故に（ロ）（ハ）の二力は、（ニ）と强さを等しくして方向反對なる一力（ホ）と其作用を等しくすべし、卽ち（ホ）は（ロ）（ハ）なる分力の合力なり。

一點に働く二力が其方向を異にするときは、其方向及び强さをあらはす二直線を邊として平行四邊形を畫けば、其對角線は卽ち二力の合力の方向幷に强さを示すものなり、之を力の平行四邊形と稱す。若し一點に働く力數多なるときは、先づ任意なる二力を取りて其合力を求め、此合力と任意第三力を取りて第二合力を得、追てかくの如くし終に最後に得たる合力を以て總分力の合力なりとす。

一點に働く力を二ケ或は以上の力に分解して考ふるを得べし、例へば流に從て舟を下らしむるに、其速度及び方向を分解して、水流及び風等の速と方向を考ふるを得るが如し、力の分解は其角度に關せざること勿論なれども、通常二分力をして直角を

○偶力

平行なる二力ありて其方向を反對にし、强さを等しくするときは、

ルプ」に歸り靜居しつゝありしが、一日其花園に於て林檎の落つるを見て始めて引力の思想を起せり、猶微分學の應用に付て、研究を止めず、千六百六十八年「ケンブリッヂ」に歸るの後、頗る小なる反射望遠鏡を造り、其効を一友人に歸せり、翌年十月「ドクトル、バルロー」の辭職の後を襲ぶて「ルーカシヤ」數學講座の擔任を命せられ、此時よりして氏の種々の大發見は始まれり、氏が第一着に英國官立公會に於て公にせし所のものは、其第二の反射望遠鏡の記述にして、英國及び諸外國に於て非常の稱賛を博し、其望遠鏡は國王陛下の閲覽を受くるに至れり、千六百七十二年九月氏は其書記生なる「オルデンブルグ」氏に物理學上の一發見を報じて曰く、之れ天然の動作に就て研究せられたるもの丶最著なるものにあらずんば、最古なるものならんと、其發見とは光の分解にして、同年二月公會に於て其論文を朗讀し、爲に「フック」「ハイゲンス」等有名なる外國學士と爭論を開くに至れるものなり、此爭論は氏の平和心を損じたること非常にして、氏は最早此訴訟好きなる婦人、即ち物理學に關しては何事をもなさゞるべしと決心せる程なりき、之より先き「ニユートン」は選ばれて官立公會の一員となり、其期限の盡きなんとするに當り、國王より法律の規定によらずして會員資格と共に數學講座をも保續することを許可せられたり、千六百七十五年十二月氏は官立公會に色論一篇を寄せたり、此論文は色の組織及分解及び色に關する新理論を詳細に述べたるものにして、加ふるに薄き透明板の色、及び其天然體の色との關係に付て說明したる數章を以てせるものなり、之が爲に又もや「フック」と爭論を開くに至りしが、氏は勇奮して益々此深重なる研究を遂げ、其結果を氏の不朽の著「プリンシピヤ」中に載せたり、之より先き氏は「ケプレル」の法則よりして、引力は距離之を單一なる力に代へて表はすこと能はず、かくの如き二力を稱して偶力と云ふ、偶力の物體に働くや、之を廻轉せしめ遂に二力の方向同一直線上にあるに至て止むべし、然れども偶力は決して物體を一所より他所に動かすこと能はざるなり。

○質量

物體の質量とは、其物體が如何なる物理的變化に遭遇するも、常に永久不易なる所のものにして、換言すれば物體の實質の量なり、即ち此物體を動かすには幾何の力を要するやを示すものなり、若し眞空内に於て二個の物體の重量精密に相等しきときは、此等の物體は等しき質量を有すと云ふを得べし。

○重力

物性の一として既に述べたる如く、凡ての物體は其相距ることの多少によらず、又其間に他物體の存在すると否とに關せず、互に相引くの力を有す、故に石を手より離せば、地球も石に向て動くの理なるも、其實質の著しき差違あるにより、全く石の地上に落つるのみと見做すを得、之を地球引力或は重力によると云ふ。

のと見做すを得、之を地球引力或は重力によると云ふ。

石の落下する方向を重力の方向と稱し、又垂直の方向と云ふ、鉛塊を糸にて釣りたるとき糸の取る方向と同一にして、之を引長すれば地球の中心に到るべきものとす。

ニユートン氏は一般引力の法則を與へて曰く、

「二物體間の引力は二物體質量の相乘積に正比し、距離の自乘に逆比す」、と。

今假りに直經五百呎なる球を、地球表面上五百呎の高さなる大氣中に置くとすれば、地球の大さは球の五百萬億倍なるを以て、球が地上に落つると同時に、地球の球に近くこと、一吋の九百六十億分一即ち見るべからざる距離なるべし、同じく地球引力の爲には、地上の各物相引くの力を妨げられ、著しく大なる物體にあらざれば其作用をあらはさゞるものとす。

○重量

今物體を手にて支持すれば、重力の之に作用するあるにより多少の力の合力に外ならず、故に同一の場處にありては、質量は重量に比例し從て重量を以て直ちに質量をあらはし得るも、異なる場處にては然ること能はざるなり。

かく重量は重力の結果にして、重力は地球中心よりの距離の自乘に由て減ずるものなれば、物體の重量も其位置に由て異ならざるを得

の自乘に比して減ずとの法則を得たり、之れ「サークリストフアレン」、「ハレー」、及び「フック」が各獨自ノ研究により歸着したる說なりしが、之を說明するものなく、卽ち一ケの林檎を落下せしむる力が卽ち月や他の惑星をして其軌道を走らしむる力なることの證を得るものなかりしなり、今地球半徑の通常の測定を採て計算せしに、氏は月を其軌道にあらしむる力が、もし引力と同一なれば、實際觀測の結果よりも、六分一大ならざるべからざることに歸着し、爲に少しく困却する所ありて其大思想を公にするに躊躇せしが、千六百八十二年六月に至り、「ピカルド」氏が地球直徑の更に精密なる測定を得たるを聞き、之に由て再び計算したるに、愉快なる哉引力卽ち之に由て物體が地球表面（地球中心より四千哩）に落下する力が、二十四萬哩（月の距離）の自乘に由て減ぜらるゝときは、恰も月をして其軌道を走らしむる力に該當することを發見し、由て衛星の遊星を廻る力、及び遊星が太陽の周圍に廻轉する力は皆同一引力なることを證せり、千六百八十四年八月博士「ハレー」の「ケンブリッヂ」に「ニュートン」を訪ふや、其遊星の運動に關する疑惑を解きたることを告げ、其論文を寄送することを約せり、此論文は千六百八十六年四月官立公會に呈出せられ、實に其著「プリンシピヤ」中の第一本なりとす、同著の第二本は千六百八十七年三月、第三本は同年四月公會に呈出せられしものにて、全部は其年の夏博士「ハレー」氏の捐金に由て出版せらるゝに至れり、前に述べし如く「ニュートン」は千六百六十六年微分學を發明し、其原理及應用をば數年後に至て出版せる著書中に說明したりしが、微分學の大發見は獨乙の哲學者「ライブニッツ」の同時になせしところにして、其孰れが前後なるやの問題は爾來二世紀間平靜なる數學界を騷がしたるものあるが、各派其好む所に從て紛々

合點にあり、後者に於ては、對角線の交點に存するものとす、もし兩物體もし重量を異にすれば、重心は其重きものに近く存在すべし。

○座り

物體の底とは其最下の面を云ふ、物體もし脚に由て立つこと、例へば椅子の如きときは、脚底を連結する線のなす多角形面を以て其底と稱す。

物體が座りて安全なる爲には、重心に於ける重力の方向が、其底內に落つることを要す、もし然らざれば顚倒すべし、是を以て同高の物體中、底部の大なるもの最も顚倒し難く、同底の物體中、最低きもの亦最も安全なるべし、埃及の三尖塔の如き是なり、吾人の身體の重心は腰部にあるを以て、少しく體を曲ぐるときは重力の方向脚外に逸出して顚倒するの恐あり、之れ背部に重を負ふの際は前に屈し、右手に物を提ぐるに當ては左方に傾く所以なり。

ず、卽ち左の法則あり。

「凡て物體の重量は地球表面に於て最大にして、之を登ること高きに從て減ずること、地球中心よりの距離の自乘に反し、表面を下りて地心に近つくに從ては、表面よりの距離と共に增ずるのなり」。

地球表面に於ても、其位置の異るに從て物體の重量に差異を生ずべし、何となれば（一）地球は眞の球狀にあらずして、赤道の直徑は極の直徑より大なること二十六哩半なるを以て、赤道に於ける物體は、地心よりの距離最大なり、從て重力を受くること最小なればなり、（二）遠心力も亦赤道に於て最大にして、重力の作用を消滅せしむること他の點より多ければなり。

○重心

重心とは、物體の各質點に働く重力の合力が働くべき一定點にして、卽ち重量の中心に外ならず、故に物體の位置を如何に變ずるも、其重心なるものは常に同一の點にあるものなり。

凡そ物體重心の所在は、其形狀の異るに從て一なる能はず、三角形若しくは平行四邊形の如き薄き物體に在ては、容易に之を知ることを得べし、卽ち前者に於ては、各邊の中點と頂角頭を連結する線の會同重の二物體を棒に由て連結するときは、重心は棒の中點にあり、形狀不規則なる表面に於ては、一點に由て之を吊るし其點の重力の方向を畫き、更に他の點に由て同樣の法を施すときは、兩線の會點は卽ち重心なるべし。

の說をなせり、思ふに第一着に微分學を發明したるは「ニュートン」にして、「ライブニッツ」は「ニュートン」が未だ之を出版せざる間に獨立に發明せるものならん。

千六百九十二年の頃より、「ニュートン」は不眠症にかゝりて健康を害し、又友人に送れる書翰中にも往々神經錯亂の兆と見るべき事實ありしが、決して氣力を失ふ等のとなかりし、否氏が有名なる四通の書翰を博士「ベントレー」に送りたるも、又月世界の理に付て研究したるも此間のことなりとす、「ニュートン」此時五十三歲一生の事業漸く其完成を見んとするに至り、英國の譽、學者の花と稱せらるゝも、未だ一の國民的謝表の氏に呈せらるゝなく、唯一ケ賓素なる學者たりしが、茲に始めて富と名譽は氏の頭上に落ち來れり、「ツリニチー」大學の校友なる「チヤールス、モンターグ」氏は、「ニュートン」より二十歲も劣れる人なりしが、

「ケンブリッヂ」に於て親交を得しに、兩人共に千六百八十八年の臨時召集議會に選ばれて出席し政治上同じく自由主義を主張し、千六百九十四年「モンターグ」の租稅院の尙書となるや、「ニュートン」、「ロック」及び「ハレー」等に謀り國內の不純貨幣を其眞價に復せんとし、「ニュートン」を選で造幣局の監督長となせり、次て千六百九十九年には同局長に任じ、年々千二百磅の收入あるに至れり、同年巴里の官立學會員に擧げられ、千七百一年「ケンブリッヂ」大學の會員に再選せられ、次で千七百三年官立公會の會頭に選ばれ、爾來長く此職を保てり、千七百五年四月「ケンブリッヂ、ツリニチー」大學に於て女王「アーン」陛下より「ナイト」の爵位を賜はるの式あり、千七百十四年「ジョーヂ」第一世の卽位するや、「ニュートン」は七十二の高齡を以て宮廷の寵を受け大に敬愛せらるゝ所あり、千七百二十八年其著「古代王國の年代記」と題す

サー、アイザアク、ニュートン氏

○運動の種類

物體の運動する方向一直線なるときは之を直線運動と稱し、もし曲線なるときは之を曲線運動と稱す、物體の運動をはかるには距離及び時間を知るを要す、もし運動する物體が等しき時間に等しき距離を通過するときは之を等速運動と稱し、然らざるものを凡て變速運動の中、其一定時間に通過する距離の次第に增減するものを加速運動及び減速運動と稱し、又其增減する距離の常に

第二節　運動

先れ物體を重心に由て支ふるときは、其全體を支持すること勿論なりと雖ども、重心鉛直の方向に當る、物體の上部或は下部に於て之を支ふるも又物體の平均を得るものとす、之に由りて、座りに三種の別を生ず、之を傾倒するも忽ち原位置に復する善き釣合あるもの、或は直ちに顚倒する惡しき釣合にあるものあり、第一の例は雞卵の長軸を水平にして橫たへたるときにして、第二の例はこれを縱にしたる時卽ち其尖端を下にしたるとき是なり、第三は如何に物體を動かすも常に安全に靜止する所謂中立の釣合に在るものにして、完全なる球形の物體を案上に置くときの如し。

○運動の三法則

ニュートンが運動の原理を考究するに當り得たる結果にして左之れの如し。

（一）若し外力の之に作用することなければ、靜止せる物體は常に靜止し運動せる物體は等速を以て一直線の方向に運動を繼續すべし。」此法則は惰性の結果にして、諸遊星、河流、波濤及び上昇する煙は其運動を生ずるものに異る他力の爲に皆曲線運動をなすと雖も、各點に於ける運動の傾向は直線にあるものなり。

（二）靜止或は運動中の物體に働く一力あるとき、其物體に生ずる運動は其力の方向にありて其強さに比例し物體の質量に逆比す、卽ち一定の力は常に同一の結果を生ずるものなり。

（三）一物體が他物體に或作用を及ぼすときは、作用せられたるもの又之に對して反作用を生ず、運動の第三則は卽ち此反作用が常に作用に等しくして且つ方向を反對にするを述ぶるものなり。

作用及び反作用の例は頗る多し、荷車を前方に推せば其抵抗に於て

るものを出版せり、千七百二十二年八十歳に達して諸種の病を得たるも、猶宮立公會に出席し職務に勉勵したりしが、遂に千七百二十七年五月二十日八十五歳の高齢を以て歿焉せり、遺體は「ケンシントン」より「ロンドン」に運ばれ、「ウエストミンスター」寺院に葬られ、數年の後一大紀念碑の建立を見るに至れり、「ニュートン」晩年に至て其富を增し、遺財は殆ど三萬二千磅に達せしが、盡く之を其甥姪に分てり、「ニュートン」の理學上著述の最重要なるものは、「プリンシピヤ」、算術全書、解析幾何學、光學、光學講義及其他にして、文學及び宗教に關するもの亦少からず、共に皆有名なるものなり。

「ニュートン」人となり温和恭謙にして、甚だ平和を愛し、特に敬神の念に深かりき、其常に愛讀する所は聖書にして、人の不信仰を惡むこと甚だしく、苟も假借することなかりき、博士「ハレー」氏は稍懷疑的の人にして、時に聖書を批評して弄ぶことありしが、「ニュートン」は常に氏に向て曰く、余は足下の天文學或は數學に關する談話を聞くことを喜ぶ、之れ足下の學びたる所にして又よく知る所なればなり、然れども足下は決して基督教に關して一言する勿れ、足下は之を研究せざればなり、余は之を學びてよく足下の之を知らざるを知ると、又其性の剛毅なるは、嘗て職を大學教授に奉ずるの際、「ケンブリッヂ」大學の特權が「ゼームス」第二世の奪はんとする所となるや、自ら撰ばれて委員の一人となり、高等法院に出頭して大に論辯する所なりしと云ふ。

「ニュートン」は生涯其配遇を求めず、又研究に余念なき此等の考を起すの暇もなかりしならん、博士「ペンベルトン」評して曰く、其長嚢も其洪大なる名聲も又何物も「ニュートン」をして毫も傲慢の念を生せしむることなかりしと、其死する前此大理學者は、一生の事業を追憶して感

○速度

等速運動に於ては、物體が一定時間に通過する距離を其時間の速度と稱し、此距離の大小に從て速度の大小を定むるなり。

時間、速度及び其時間に通過したる距離の三者の關係は、其二を知れば殘れる一を知り得るものなり、卽ち時間を知らんとせば距離を速度にて除し、距離を知るには速度に時間を乘すべし、もし距離を時間にて除したるものは是れ速度なり。

○運動量

一物體運動するとき、其重量に速度を乘じたる積を稱して運動量と云ふ、作用及反作用の場合に於て二物體の運動量は相等しきものなり、但し種々の物體の運動量を比較するに當ては、其重量及び速度は各同一單位を以て表はさゞるべからず。

運動量は物體の速度並に重量に關するを以て、頗る小なる物體と雖も速度を增大すれば運動量を大ならしむべし、例へば銃口より放反作用を感じ、鳥の飛ぶや羽翼を以て空氣を下方に打つを以て、其反作用は鳥の體を支ふるなり、もし同重の短艇甲乙を繩にて繫ぎ、甲に乘れる人繩を引くときは、其力に等しき反作用を生ずるを以て、甲も又同速を以て乙の方に動くべきなり。

○速度

凡そ物體の落下するは地球引力の作用によるものにして、地球引力は物體の各分子に一樣に働くを以て、其大小輕重に論なく等しき時間には等しき距離を落下して敢て異なることなかるべき理なるに、實際に於て然らざるものは空氣の抵抗あるが爲なり、例へば石と羽毛とを同高の處より落下せしむるに、石は羽毛よりも速に地上に達すべし、是れ空氣の抵抗は石よりも羽毛に於て落下を妨ぐること大なればなり、若し眞空内にて之を試むるときは凡ての物體同樣に落下するを見るべし。

○落體

○加速度

物體が運動するとき、時間の經過と共に其位置を變ずる模樣を言ひ表はすには速度を以てするを常とす、然れども速度と速度との關係は尙速度と距離との關係の如し、例へば一秒時に若干呎の加速度を受くる物體あるときは、五秒時間に增加せる速度は此五倍なるべし。

たれたる彈丸の如し、又甚だ重き物體は其運動緩漫なるも巨大なる運動量を有すべし、太洋に浮ぶ大氷塊の如きは卽ち是にして、爲に其衝に當るものを悉く破壞するなり。

慨の言をなして曰く、余が世界に對して如何に見ゆるやは知らざれども、余自らは恰も海濱に立て、砂粒や貝類を拾ふ小兒の如く思はるゝなり、眞理の大洋は未だ發見せられずして眼前に横はるにあらずやと、「ニユートン」の生地には一ケの大理石の碑ありて、大學者の紀念となし、刻するに詩人「ポープ」が左の句を以てせり、曰く

"Nature and Nature's law layhid in night;
God said, 'Let Newton be!' and all was light."

(自然及び自然の法則は暗きに隠れたり、天「ニユートン」ヲ生じて之を明にせしめたり)

○ベンヂヤミン、フランクリン氏

政治家にして物理學者なる「フランクリン」氏ハ千七百六年北米合衆國「ボストン」府に生る、家は頗る貧にして學を修むるの資なし、辛ふじて費府に出で、活字植工となりたりしが、幸にも「ペンシルヴァニヤ」州知事「サー、ウィリアム、ケート」の知る所となり、資を與へられしかば英國に渉り、活字を輸入して獨立營業をなさんものと「ロントン」に到りしに、(千八百二十五年)豈圖らんや知事の紹介及び推薦の約束は毫も果されず、再び不知の地に在て一人の知己なく、又もや植工となつて辛酸を嘗めたり、「ロンドン」滞留中、氏は自然神教説に傾き、「自由と必要、快樂と苦痛の議論」を題する書を著はし、以て德と不德に差異なきことを論せり、之れ氏の晩年大に後悔して生涯の誤謬とせし所なり、千七百六十年費府に歸り、印刷業及び文房具商を營み、次で新聞紙を發行せり、氏の愼重なる性質と活動的多才とは、終に氏をして所謂紳商の地位に上らしめ、千七百三十二年「貧なるリチヤードの曆」を題する著を公

空氣の抵抗なきものとして落體の法則を學ばんに、先づ最初の一秒時間には或一定の距離を落下すべし、而して重力は間斷なく物體に作用するを以て第一秒の終りに於て加速を得、重力の作用止むと假定するも猶毎秒此距離の二倍を落下すべきの理なれば、實際重力の作用を加へて第二秒間には第一秒間の三倍の距離を落下し、其終りには又重力の爲に加速を得、第一秒時落下の距離の四倍を落下すべき速を得るを以て、第三秒間に落下する距離は第一秒間の五倍なるべし、以下かくの如く各秒間落下の距離は順次に、第一秒時落下距離の奇數倍を以て表はさるべし。

凡ての落體が第一秒間に落下する速度を終速と云ふ、今第一秒時に落下する距離は順次に一、三、五等の奇數を以て示さるべし、又一定時間に落下する全距離を知るには、例へば一秒間には一、二秒間には一と三の和即ち四、三秒間には一、三、五の和即ち九なり、以下かくの如く秒數の自乘を以て言ひあらはすを得べし。

略ば十六呎(或は四、九メートル)なるを知る、但し地球上の各所に於て至く相等しからざるものなり。

以上述ぶる所により左に落體問題の解法を得。

(一)落體が落下の途に於て、或任意の秒間に落下する距離を知るには、其秒に相當する番號の奇數を十六呎に乘ずべし、(但し此奇數を得あるの便法は、與へられたる秒に相當する數十九を十六呎に乘ずるもの即ち三百四呎なり。

りとす)例へば第十秒間に落下する距離は、十の二倍より一を減じたる數十九を十六呎に乘ずべし、(此偶數は直ちに與へられたる秒を示す數の二倍なり)例へば第十秒時の終速は、十六呎の二十倍即ち三百二十呎なり。

(二)任意の秒に於ける終速を知るには、與へられたる秒に相當する偶數を十六呎に乘ずべし、(此偶數は直ちに與へられたる秒を示す數

(三)與へられたる時間に落體の落下する全距離を知るには、秒數の自乘に十六呎に乘ずべし、例へば十秒間には十六呎の百倍即ち千六百呎の距離を落下すべし。

○鉛直投下幷に鉛直投上

以上は物體が單に重力の爲に落下する際の法則にして最初の速度は零なり、今物體に最初より或速度を與へて鉛直に投下すれば、重力の作用は前に異ることなく、其上に物體は毎秒若干の等速を加へて

にし、工業及び經濟上有益なる確言を以て知られたり、千七百四十四年佛國との戰爭に於ては「ベンシルヴァニヤ」州防禦の策を獻じ、同州の安全を得たるを以て名あり、恰も此時氏は電氣學の實驗を始め、電光は空中電氣の作用なるを發見し、次て避雷針の發明あり。

氏は敢て電氣と電光との同一なることを推論せし最初の人にはあらず、今多數の人名を擧ぐるまでもなく、佛國の「アッベ、ノレー」氏の如きは、氏の前既に天に雷あるは尙吾人に電氣あるに同樣なることを疑ひ、其想像の理由をも示せり、然れども此推論を實驗に訴へ、事實上兩者の一致を證せるの名譽は、實に「フランクリン」の受くる所なり、千七百五十一年「ロンドン」にて發刊せる一雜誌に、氏の電氣實驗を載せ附記して曰く、電光或は地震の如き非凡の自然現象を電氣に歸するは、近來の流行なりき、而して之れ其論法よりも想像し得らるゝ如く、此等の說をなす人が原因結果の關係を發見せるにあらずして、單に電氣なるものが其關係の成立し難きを斷言する能はざる力なるを以てなりと、「フランクリン」は實に修辭學の綺語に過ぎざりしものを一ヶ重要なる科學的事實に變じたるなり。

千七百四十九年十一月の論文に、氏は電光と電氣との凡て相似の點を列擧し、先づ兩者の作用に於て著しき差異あるは毫も怪しむに足らざるを說明し、若し二箇の銃身に受電せしめ、二吋の距離に於て相打たしむれば、頗る強き響を發すべし、然らば一萬ヱークルの面積ある受電せる雲が、巨大なる距離に在て相打ち轟然たる響を發するは當然のことなりと言へり、次に電光進路の曲れる或は波をなすこと、及び時には電氣火花も然ること、幷に電光は電氣の如く最も最も犯し易く最も良き導體を撰ぶことを記し、其金屬を融かし、物體を裂き或は燃やし、人を盲にし、動物を殺し、磁石の極を逆にするなるべし、故に一定時間に落下する距離を求めんとせば、前項の法則に由て重力の爲に落下する距離を求め、更に與へられたる等速を以て其時間に落下する距離を加ふべし、或は又終速を知らんとせば、重力の作用のみに由て生ずる終速に、最初與へたる速度を加ふべきなり。

之に反して物體に或速度を與へて鉛直に投上するときは、各秒時の終速は重力の作用による終速を此等速より減ぜるものに等しかるべし、蓋し物體は與へられたる速度を以て上昇するも、重力は落體に於けるを同一の作用を之に施して其上昇を妨ぐればなり、故に減ぜらるべき終速が最初物體に與へたる速度に等しくなるときは、上昇速度は零となり物體は全く上昇を止め、再び通常落體の法則に從て落下するなり、而して其最初出立の點に歸着する際の終速は元の與へられたる速度に等しかるべきは明なりとす、故に或速度を與へて投上せられたる物體の達する距離、及之に要する時間は落體が此速度に等しき終速を得るまでに通過する距離と、之に要する時間とに等しかるべし。

以上は皆空氣の抵抗を算入せざる理論上の結果にして、實際は皆多少の差異を生ずるものなり。

○投射體　投射體とは或力に由て空中に投げられたる物體にして矢、銃丸、石等が各弓、銃、手等より放たれたる際の如し、此等の物體は皆其投射せらるゝ力と重力と空氣の抵抗との三者に作用せられて、其合力の方向なる一種の曲線(鉛直の方向に投げらるゝときを除き)をなして運動するものとす。

物體を或高處より水平の方向に投ずれば、其行路の畫く曲線は最初與へたる速度に由て種々の形をとり、速大なるほど遠距離に達すべし、然れども其地上に達するまでの時間は、最初與ふる速の如何に關らず常に同一にして、卽ち落體が該高處より地上に達するに要する時と等しかるべきの理なり。

○振子　伸縮することなく且つ重さも大さもなき糸の端に重量の點を吊したるものにして、實際は細微なる糸の一端を固定して摩擦を少からしめ、他端に小なる重量を吊したるものなり、此重量を一方に持ち來り手を放てば重力の爲に下り、其惰性に由て他方に上り、かくして幾回同じ道に運動すべし、之を振動と稱し其區域を振幅と云ふ、振幅の

等の事實を逃べたり。

氏は久しく尖れる物體の、電氣を受授するに於て非常の力あることを知れり、其說明は氏の逃ぶる能はざりし所なるが、之れ氏の電氣說の直接の結果なり、氏の說によれば、電氣分子が互に拒斥するの力は、凡ての場合に於て電氣を物體の內部より表面に表はれしむるものにして、特種の力を以て之を尖點及び他の凸起に驅逐し、此處より逃れ去らしむるなり、之と同時に尖れる物體の物質は、平鈍なるものに比して更に密集せる牽引力を電氣に呈するを以て、其流を益々密ならしむべし、然れども氏は該事實を擧げて氏の論文を左の如く結べり、曰く、

「電氣は尖點に牽引せらる、此性質は電光にも之ありやは知らざる所なるも、兩者は既に比較したる細件に於て盡く一致するを見れば、此點に於ても亦必ず差はざるべし、之れ實驗を要するのことなり」。

一端より他端に至り更に戻りて始の端に至るまでの時間を振動時間と名つく、振動の法則は左の如し。

(一)與へられたる振子の振動時間は振幅の大小に關せず殆と同一なり、之を振子の當時性と云ふ、卽ち振幅の小なるほど振動遲し、かのブランコが初めは遲くして、高く上るに從て速度を增すは此理によれり。

(二)長さを異にする振子は振動時間を異にす、卽ち其長さは振動時間の自乘に正比するものなり、或は逆に振動時間は長さの平方根に正比すと云ふも可なり、例へば振動時間を二倍せんとすれば長さを四倍すべく、又一秒時に一振動をなす振子を一分時に一振動せしめんとすれば長さを三百六十倍せざるべからざるなり。

振動時間二秒なるものを秒振子と云ふ、其長さは三十九吋を超ふ、故に時計に用ゆるものは振動時間一秒なるもの、卽ち一振幅を半秒にて振動するものなり、其長さは前述の法則によりて明なる如く十吋に足らざるものなり。

(三)同一振子の振動時間は地球表面の各所に於て異れり、蓋し地球中心よりの距離に差あるを以て重力の影響に强弱あればなり、例へば秒振子は五哩の山上に在ては、海面上に於けるよりも一時間に十

此思想を抱きて苦心すること日あり、遂に其企圖を實行するの好機を得たり、費府に於て一高塔の設立せらるゝありしかば、氏は之に由て實驗するの便なるを思ひつゝありしが、或日小兒の紙鳶を上ぐるを見急に悟る所あり、之れてそ雲に達する屈强の法なりと、直ちに大なる絹「ハンカチーフ」を取り、之を交叉せる二本の棒の上に廣げて紙鳶を製し、以て時機を窺ひ居たりしが、一日雷雨の近づくを見て、氏は子息と共に郊外に出て此紙鳶をぞ上げたりける、時は千七百五十二年六月なり。

紙鳶は次第に上りければ、氏は麻絲の下端に鍵を結び付け、更に絹を以て棒に結び之を絕緣し、小舍に入りて結果如何と待構へたり、然るに電光を帶びたる如き雲が紙鳶を通過すること屢々なるも未だ何の作用をも呈せず、氏は殆んど失望せんとしたる折てそあれ、麻糸の所々弛める毛が一時に起ちて直立し、恰も電氣を

同振動を少くし、兩極に於ては普通に於けるよりも一時間に十三回多く振動すべし、卽ち地球中心より近きほど一定時間の振動數を大にするなり。

○圓運動

糸の一端を固定し他端に石を結び之を急に打擊するときは、石は固定せる一點を中心とし糸の長さを半徑とする圓を畫くべし、之を圓運動といふ、此運動に在て各點に於ける石の運動の傾向は、其點の接線の方向にあり、此力を遠心力と稱す、同時に又石を中心に牽引する反對の力あり、卽ち求心力と稱するもの是なり、遠心力は廻轉體の速度の自乘に正比して增すものなれば、石を甚だ速かに廻はすときは、遠心力が求心力に勝るに至り、遂に糸を切斷して石は該點接線の方向に飛び去るべし。

遠心力は自己の軸に由て廻轉する物體にも作用するものなり、例へば地球が地軸に由て自轉するや、赤道地方最も速度を大にし兩極の如きは全く靜止すべし、而して遠心力は速度の自乘に正比するものなるを以て、赤道に於て最大に兩極に近づくに從て漸く減ずべし、是れ既に逃べたる如く、物體の重量は赤道に於て最小なる所以にして、又地球が兩極に於て偏平なる現形狀を取るに至りし所以な

受けて互に拒斥するが如き狀を呈したりしかば、氏は直ちに指節を鍵に近つけしに果して電氣火花を發せり、爰に於て氏は歡喜措く能はず、長大息して曰く、此發見の成効を見るを得、余は今直ちに死するも遺憾なしと、雨の增すに從て糸は益〻良導體となり、鍵の發する火花も著しくなれり、もし糸の全く濡るゝに至れば、氏は其言の如く實際生命を失ふことをも得しならん

氏は其後絕緣せる鐵棒に由て電光を室内に導き、之を以て閑暇ある毎に電氣に關する試驗を行ひしが、氏の活潑にして實用的なる頭腦は、此美なる理論的發見を以て滿足することなく、更に之を實用の目的に轉じ前述避雷針の發明を見るに至れり。

氏の理學には幸に實地應用的の傾向あり、避雷針の發明も、察するに氏が電氣研究の初段に於て、自ら樂み又人を喜ばしめたる遊戲的實驗の結果ならん、千七百四十八年の頃「コリンソン」氏に送れる書中に、氏は其電氣實驗に關して述べて曰く、我輩は此迄の實驗が一の人生に必用なるものを生ずる能はざるを不快とし、且つ氣候も追々暑くなれば電氣實驗は面白からず、依て此季の實驗を稍愉快に終らん爲め「スクイルキル」河岸に於て親睦會を開くことを發起したり、當日水の外導體を假らずして水中に送らるゝ火花にて酒精を燃やすの餘興あり、之れ我輩の嘗て衆人を喜ばしめたる實驗なり、又七面鳥を電氣打擊に由て殺し、電氣瓶に燃やせる火上に電氣「ジヤケツ」にて炙り、英、和、(蘭)、佛、獨諸國の有名なる電氣學者の爲に、祝杯をば受電する滿盃にて、電池より放たるゝ祝砲と共に擧ぐるの計畫なり云々。

氏の電氣發見の始めて報告せらるゝや、英國に於ては注意を牽くこと稀にして、氏の一友が、電光と電氣との類似を述べたる氏の論文を官立公會に於て朗讀すりとす。

第三節　仕事、エヂルギー、摩擦等

○仕事

凡そ力の働きには二樣あり、靜止せる物體に働きて之を運動せしめ、又は運動せる物體に働きて其運動に變化を生ぜしむるが如きは、之れ直ちに其力の働きしことを表はす場合にして他に尙一樣あり、卽ち靜止せる或は運動せる物體に働きて其狀態に變化なからしめんとするものにして、畢竟かゝる物體の狀態を變ぜしめんとする力に反するものなり、例へば汽車が等速を以て進行するに當り、摩擦或力が一定時間になし得べき仕事の量は其力の大小に由て異れり、之を以て力の大小を知るには其一定時間になし得る仕事の多少によるべし、仕事を表はすには、力と之が爲に物體の動きたる距離との相乘積を以てす。

○仕事の單位

仕事の單位には一磅の重量を一呎だけ擧ぐる際に受くる抵抗を取り、之をフート、ポンドと稱す、例へば六呎の深さの井より二磅の水を擧ぐるは十二單位の仕事に等しかるべし、或は又一キログラムの重量を一メートルだけ擧ぐるものを仕事の單位とし、之をメートル、キログラムと稱す。

仕事の甚大なるときは馬力と稱する單位を用ゆるを常とす、一馬力は三萬三千フート、ポンドと等しく、卽ち一分間に三萬三千磅の重量を一呎擧ぐるの仕事なり、

○エヂルギー

一物體が他物體に働きて仕事をなせしときは後の物體には相當の結果あるべし、之を稱してエネルギーを生ぜりと云ふ、卽ちエネルギーとは仕事をなし得べき力にして、其外部にあらはれたるもの仕事たるなり、故にエネルギーと仕事は同一の單位にて計り得べし。

エネルギーに二種あり、運動のエネルギー及び位置のエネルギー之

るや、實に該會學者輩の一笑する所となりしと云ふ、佛國に於ては「ロンドン」にて發行せる氏の研究錄が、幸にも有名なる「バッフォン」氏の手に落ちしが、同氏は之を讀みて大に感ずる所あり、自ら佛語に譯し巴里より出版せしかば、直ちに全歐の知る所となり、他國語竝に「ラチン」語等に譯せらるゝに至れり、氏の理論は佛國に於ては、第一に「アッベ、ノレ」の反對する所となりしが「フランクリン」の語る所によれば、「アッベ」氏はかゝる著述は米國より來るべきにあらず、必ず巴里に於ける反對學者の製作せるものなるべしと云へりとぞ、然れども「アッベ」氏の說は次第に味方を失ひ、遂に其人と共に滅ずるに至れり、英國に於ても「フランクリン」の實驗は漸く人口に膾炙するに至り、遂に官立公會も嘗て一笑に附したる氏の論文をば再讀せざるべからざるに至りしが、會員の一人が電光を雲より導き得ることを實驗し、其成

なり、前者は物體の運動するが爲に有するエネルギーにして、一般に之を計るには、其當時物體の運動する速度の自乘と質量との相乘積の半を以てするを得るなり、位置のエネルギーとは物體の位置に關係し將來に仕事をなし得べきものなり、例へば引きしぼれる弓や、山頂の溜水の如きは此エネルギーを有するなり。

凡て物體のエネルギーなるものは外部より附與せらるゝか、又は取り去らるゝことなき以上は、決して增滅することなく常に不易のものなりとす、之をエネルギー不滅則と云ふ、卽ち運動のエネルギーと位置のエネルギーとの和は常に相等しと云ふなり。

○摩擦

相接觸せる物體の表面は決して完全に滑かなるものにあらずして、最も滑かなりと思考せらるゝものと雖も、尙細微なる凹凸あるを免れず、故に一物體が他物體の表面に接觸して運動するに當り、凹所と凸所と相銜接し以て其運動に抵抗すべし、此抵抗力を稱して摩擦と云ふ。

摩擦に二種あり、滑摩擦及び轉摩擦是なり、前者は物體が表面上に滑る際に生じ、後者は車輪の如く表面上に轉動するに當り生ずるものなり、而して爰に興へられたる表面と運動體とあるとき滑摩擦は常に轉摩擦より遙かに大なりとす、故に重き樽を運ぶには引ずるよりも轉がすを可とするなり。

摩擦は如何なる手段によるも全く除去し得らるゝものにあらずと雖も、之を減少する道なきにあらず、表面を磨きて滑かになすは固より其一にして、兩表面の間に油類を置くも可なり、精巧なる器械に於ては車輪の摩擦を少くせんが爲め、其軸をして更に其兩端にある二ケの車輪の圓周上に廻轉せしむるものなり。

摩擦はかくの如く力の損失を來たすと雖も、又特種の効なくんばあらず、摩擦なければ車は動かさゞるに廻り、人は步行する能はざるべし、現に摩擦の甚だ少き氷の上に在ては步行の困難なるを見て明かなり。

○摩擦の法則

凡て實驗より得たる所にして左の如し。

（一）物體の摩擦は其運動を始ざる際に最大にして、既に運動しつゝあるに當りては稍少し。

（二）摩擦は固き物體よりも柔き物體の間に、又滑かなる表面よりも粗なる表面の間に大なり。

（三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（五十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（六十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（七十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（八十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（九十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百二十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百三十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百四十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百五十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百六十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百七十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百八十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（百九十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百二十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百三十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百四十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百五十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百六十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百七十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百八十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（二百九十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百二十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百三十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百四十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百五十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百六十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百七十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百八十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（三百九十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百二十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百三十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百四十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百五十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十二）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十三）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十四）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十五）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十六）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十七）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十八）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百六十九）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百七十）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百七十一）摩擦は兩物體の接觸する面積の大小に關せず。

（四百七十二）摩擦は兩物體の接觸する面

氏は貧賤より起りて富貴を得、教育を受けずして學者となれり、其理學上の研究は政治家の事業と互に光彩を放ちて氏の全身を飾れり、氏未だ貧なるや食を減じて書を購ひ、甚だしく多忙なるに當ては睡眠を少くして勉強せりと云ふ、氏の生涯は實に、失敗の原因は懶惰の外に之なきことを吾人に教ふるものと言ふべし。

○ルムフォルド伯
（ベンヂヤミン、トンプソン氏）

「トンプソン」は富蘭克林と同郷、米國「マッサチューセッツ」州の人にして、氏の家は數代該州の鄉士なり、千七百五十三年三月二十六日、同州「ウォーボルン」なる祖父の家に生る、父は翌年二十六歳を以て歿し、母は千七百五十六年再び人に嫁し氏を連れて、共に住めり。

氏は村の小學校に於て初等教育を受けたるが如し、氏が後來友人「ピクテット」女史に語る所によれば、繼父は餘り氏を愛せざりしもの、如きも、氏が母との間は頗る恩愛に充ちたるものなりしと云ふ、氏が幼より有せし傾向は周圍の人の同情を得る能はざりし一因にして、父母は氏をして祖先以來の農夫たらしめんと欲し、氏が遊戲時間等の大半を費消せし力學上の實驗は、生涯の目的となすべからずとなし、氏を目するに懶惰輕薄にして望なきものなりとせり、其後氏は「バイフィールド」の學校に入り、千七百六十年、四十一歳の時「メドフォルド」に於て眞教師の名ある「ヒル」氏の許に預けられたり、かくて勉學怠りなかりしかば、人々も終に氏を農夫たらしむるの念を斷ち、千七百六十六年「サレム」の「ジョン、アップルトン」氏の番頭となせり、同氏は英國商品の輸入者にして且つ雜貨商なりき、「トンプソン」は主人の許に在て正直に務めたりしが、閑暇あれば器械の工夫に熱心し、之を帳臺の下に匿し置き、又屬店に、之を使用する所以のものは蓋し左の利便あればなり。

（一）器械は一定量の力を長時間作用するを以て大なる仕事をなすを得。

（二）器械は吾人の力を用ゆるに便利なり。

（三）概して兩表面を永く接觸せしむるときは摩擦を增大するものなり、五六日の後に最初の十四倍に達するものありと云ふ。

（四）同じ表面の間に於ては摩擦は動體の重量に正比し、或程度までは其平面の大さに關係せざるものなり。

第四節　簡單なる器械

○器械

器械とは物體に働く力の作用を助くるものにして自ら力を生ずることを能はず、最大の機關も或動力を得るの後にあらざれば其用をなさず、且つ動力を得て働くに際しても毫も其力を增すことなく、却て各部の摩擦に由て多少之を減損するものなり、左に器械一般に行はるゝ法則を述べん。

器械が仕事の量に於て得る所は之を時に於て失ひ、其時に於て得る所は之を仕事の量に於て失ふ。

例へば一秒時に五萬磅を一呎動かすに足る蒸氣の量は十萬磅を一呎動かすを得べきも其重量は二萬五千磅に過ぎざるべきなり。

器械は自ら力を生ずる能はず却て摩擦に由て其幾分を失ふものなるに、之を使用する所以のものは蓋し左の利便あればなり。

（一）器械は一定量の力を長時間作用するを以て大なる仕事をなすを得。

（二）器械は吾人の力を用ゆるに便利なり。

（三）器械によれば吾人の力の他種々の動力を用ゆるを得。

（四）器械は種々なりと雖も之を分解すれば六個の單器械より成ることを知るなり、卽ち槓杆、輪軸、滑車、斜面、楔、及びネジ是なり、以下順を追ふて述ぶべし、但し此等の法則を研究するに當りては摩擦なきものとするを以て、實際器械の働を計算する爲には之に由て損する所を差引かざるべからざるなり。

○槓杆

槓杆とは一點にて支へられたる棒にして此點の周りに運動するを得、一點に働く力を以て他點に力を起すものなり、支へられたる點を支點と云ひ、力を與ふる點を力點、力を起す點を重點と云ふ、三點の中二點は棒の兩端にあり、他は其間にあるものにして相互の位置に由て槓杆を三種に分つ、卽ち支點が力點と重點の間にあるものを第一種槓杆と稱し、重點が支點と力點の間に位するものを第二種槓杆と云ふ、第三種槓杆は力點が重點と支點の間にあるものなり。

に於て提琴を試るとありしと云ふ、「アップルトン」氏の許にあること四年間、宣教師「トマス、バルナード」の説教を聽聞するを例とせしが、同氏の愛する所となりて數學を教授せられ、十五歳の時日蝕を計算するを得、果して日蝕の生ずるに及で、氏が計算の誤謬は僅に六秒なりしを見て甚だ喜の色あり、氏は又此間圖引き及び設計に熟達し、友人の爲に小刀の柄等を自ら工夫すること多かりき、千七百六十九年有名なる印紙條例廢止の事あるや、祝典花火を擧げんとして、氏は曰にて材料を粉きつゝありしに、突然破裂して負傷したり、氏の手記帳を見るに、花火製造に關する種々の注意を記しありしと云ふ。

氏は商業を止むるや博士「ヘー」氏に就て醫學を修め、一切の費用は自ら「ウィルミントン」に塾を開く等に由て支辨せり、氏は組織的にして勤勉家なるを以て、醫學生は商店の番頭よりも遙に氏の性質に適せるものなりし、博士「ヘー」氏の許にある間氏は「ハーバード」大學の科學講義に出席したりしが、此等の講義より得る愉快と利益の大なりしことは、氏が四十年後に至て遺産を盡く該大學に寄附せしにても明なり。

氏は學生中、村の學校に於て數週間教師たりしに大に名望を博し、大佐「チモシー、ウォルカー」の招く所となり、「ニューハンプシャイヤー」の「コンコルド」に到り、其地の高等小學校に教師となれり、氏の後來「ルムフォルド」と稱せしは實に此地の名を以てしたるものなり、蓋し「コンコルド」の地は元「ルムフォルド」と呼びたりしが、故ありて改めたるものなり、「チモシー、ウォルカー」は「コンコルド」市長にして頗る名望あり、外交事務を帶びて渡英を命ぜられたること三回に及べる人なり、同氏の娘は嚢に富貴と位置とを兼有せる大佐「ロルフ」に嫁せしも、寡となりて此時父の許にありしが「トンプソンルムフォルド伯

然れども此等三種の槓杆は皆同一の法則の下にあるものにして卽ち力點と支點の距離が重點と支點の距離に超る比を以て力に增す所あり時に失ふ所あるなり。

第一種槓杆に於て三點の順序は力點、支點、重點なり、故に此法則に由て支點が重點に近き程益々力に得る所あるべし、各種の秤は此種の槓杆の理を應用したるものなり、最も通俗なる例は剪刀及釘拔等なり、此等の器具に於て其兩脚を連結する所は支點にして指は力を施し、切られ或は摑まるゝものは重量なり。

第二種槓杆に於ては重點が支點に近きほど力に益する所あるべし、胡桃鉗の如きは一の實例なり、卽ち一端に於て固定し他端に力を加へて其間にある物體に力を及ぼすなり、又短艇を漕ぐに當て櫂の水中に沈める部分が支點となり、他端に施す力に由て舟を行るを以て是又此種槓杆の一例なり。

第三種槓杆に在ては三點の順支點力點重點なるを以て釣合を得る爲には常に力の重量よりも大なるを要す、且つ其法則も左の如く變ずべし。

重點と支點の距離が力點と支點の距離に超ゆる比に由て力に失ふ所あり時に得る所あるべし。

此槓杆の實例は火箸及び通常の鋏是なり。

○秤

秤は既に述べたる如く第一種槓杆の理を應用して製せるものにして、物體の重量を計るに用ふる器械なり、秤に必要なる件は第一、二兩皿空なるとき桿は水平なるべきこと、第二、兩皿同距離にあるべきこと、第三、桿を水平になしたる時其重心は支點と同一垂直線にありて且つ少しく其下部にあるを要すること等なり。

きものは之を銳敏なりと稱す、秤の銳敏なる爲には桿を可成長くし、且つ計らんとする重量に堪へ得る限り之を細少にすべし、又桿及び皿全體の重心は支點の下にありて成るべく之に接近せしむるを要す。

以上は皆秤の善良たるべき要件なり、尙我國に於て用ふる提秤あり、其理は一層簡單にして直ちに解し得べく、又實用に甚だ便なりと雖も善良なる秤にあらざるなり、臺バカリと稱するものは少しく複雜せる秤にして實用上甚だ便益ありとす。

○輪軸

輪軸とは軸に輪を固定したるものにして、軸の兩端を支へて兩者同

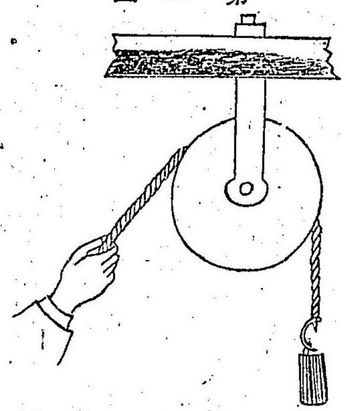
ン」は之を娶り一躍して財産家となれり、氏は結婚の約成るや得意の赤衣を着け、馬車を驅りて「ウォーボルン」に至り、許婚の妻を父母に紹介したりしが、母の喜は如何なりけん、想像に餘りありと云ふべし。

「ロルフ」未亡人と婚するや氏は學校の教師を辭して專ら花園の整理等に心を傾け、幸福なる日月を送りしが、恰も此時新英國の輿論は母國に反抗して起り、種々の手段によりて獨立の策を講ずるもの多く、「トンプソン」（勤王黨（即ち英國の味方）たるの名義を以て訴へられしが、證據不充分にて赦免せられ、「ボストン」の近傍「チヤーレストン」に總退せり、次で「コンコルド」に於ける財産を沒收せられ、其名も又千七百七十八年「ニユー、ハンプシヤイヤー」の保安條例によれる退去人名中に記されたり、華盛頓が「ボストン」より英兵を驅逐するや、氏は此の報を聞らして「ロンドン」に到り軍務卿の知る所となり、「ジョージヤ」州の知事に任せられたり、千七百七十八年「ボー」氏と共同して砲銃火門の最利便なる位置を定むること、及び種々の狀態に於ける銃彈及び彈戻りの速力を測定するの實驗をなせしが、此等の實驗の爲に官立公會の時の會頭「サー、ジョセフ、バンクス」の知遇を得、千七百七十九年同會員に擧げられたり、同年軍艦「ヴィクトリー」號に搭して彈藥の實驗を行ひ、海軍砲術の原理を學び、又海軍信號の新典を工夫せり、爾來英國の軍人となりて盡す所ありしが、千七百八十三年英軍の解散するや、氏は英國に歸りて大佐に任せられ、生涯年俸の半額を給與せられたり、氏は爰に於て許可を得て、當時將に土耳古と對戰せんとせる墺軍に投ぜんとし、「ヴィーンナ」に到りしが開戰の模樣なきを聞き英國に歸れり、次で墺國「バヽリヤ」太守の聘する所となり、同國の軍事顧問となり、兵制改革に於て大に技倆を

時に廻轉し、輪には繩を卷きて之に力を施し、同じく軸に卷きたる繩に由て重量を動かすなり。

輪軸に於ては軸の半徑が軸の半徑に超ゆる比に於て力に益する所あり時に失ふ所ありと雖も、輪軸は單に第一種槓杆の廻轉するものに外ならず、槓杆を以ては物體を遠距離に動かす能はざれども、輪軸に於ては槓杆の作用を長く繼續するを得べし、之を第一種槓杆と見なすときは、輪及び軸の半徑は其兩臂（臂とは支點より他の二點に至る長さ）なり、故に左の法則あり。

第二圖

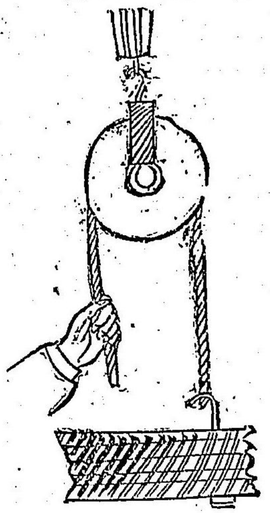


○滑車

滑車とは木製或は金屬製の固き圓形の車にして、中央に穴を穿ちて軸を貫き、其周圍には溝を作りて繩を掛け以て廻轉し得る如く裝置して、物體を上下するの用に供するものなり。

滑車に二種あり固定滑車及び動滑車是なり、固定滑車の輪は其軸の周りに廻轉し得るのみにして、其全體の位置は移動することなし、故に毫も力に益することなしと雖も、其方向を變じ得るの利益あり、上圖は固定滑車を示すものなり。

第三圖



動滑車に於ては車輪は軸に由て廻轉するのみならず、其位置をも移動するものにして、上圖に示す所の如し、動滑車は概ね數個の兩滑車を組み合して用ゆられ、非常なる力を要する場合に於て之を以て倍せる重量に釣合ふことを得るものなり。

○斜面

斜面とは地平と或角度をなす所の平面を云ふ、坂の如きも之れ斜面なり、物體を斜面に沿ふて引上ぐるや、空氣の抵抗、摩擦及び重量の一部に打勝たざるべからず、故に平面上に動かすよりも困難なりと雖も、同高の處に之を擧ぐるに於て便利あるなり。

力が斜面に平行して働くときは斜面の長さが高さに超ゆる比を以

表はし、終に神聖羅馬帝國の伯爵に叙せられたり。

千七百九十五年「ルムフォルド」伯は其論文を出版せんが爲に英國に歸りしが、歸來間もなく原稿は盜難にかゝれり、氏は「チヤーレストン」戰爭以來、妻と一人の娘に別れ逢はざること多年なりしが、妻は氏の「バヽリヤ」に於て高位に登れるを聞きたるのみにて、千七百九十二年死せしかば、當時二十三歲なる娘に書を送りて「ロンドン」に來らしめ、久しぶりに面會し三年の間共に住めり、「ロンドン」に滯留中氏は同官立公會及び米國科學會へ多額の金員を寄附し、「ルムフォルド」賞牌と稱するものを製して各二年間毎に、熱及び光の問題に關して顯著なる効績を表はしたるものに與へんことを求めり、第一回の賞牌は「ルムフォルド」自ら受くる所となりしが、次で該賞牌を受けしもの「デビー」、「フレネル」、「アラデー」、「マックスウエル」、「キルヒコツフ」、「チンダル」等三十餘名に達せり。

千七百九十六年、氏は娘と共に「ミユニヒ」(墺國)に歸任し、墺佛戰爭に從ひ留まること二年にして「バヽリヤ」の大英國駐劄公使となり「ロンドン」に着せしが、英國臣民たるものゝ外國使臣たるは國法の、許さゞる所なるを以て、深く失望せしが、去りとて「バヽリヤ」に歸るを欲せず、「ブロンプトンロー」に一家を贖へ定住し、米國よりの招聘等を斥けて、專ら官立學會の創立に盡力せり、該會は實に規模宏大なるものにして、其成るや博士「ヤング」の如きも出て物理學を講せり、之より先き伯は「デビー」の熱の實驗を讀み深く感ずる所ありしが、千八百一年同氏を聘して學會の化學講師となせり、然れども「ルムフオルド」伯は頗る專斷的の人にして、「バヽリヤ」に於て帝王の如く其企圖を實行したりしに反して、會員組織の團體に在て事業をなすの質にあらて力に得る所あり時に失ふ所あり。

之を換言すれば一定の高さに物體を上ぐるには、如何なる斜面によるも常に仕事の一定量を要するものなり、卽ち距離を短かくすれば大なる力を要し、距離を長くすれば小なる力にて足るなり。

○楔

楔は二樣の形を取る、其一は單に固くして移動する斜面にして重量を少しく上ぐる爲に用ゐらる、傾ける家は之に由て直くなる等の類なり、大工の鑿の如きも是なり、但し力は斜面に平行にあらずして底に平行に働くものとす、而して其釣合を得る重量は楔の底と高さの比だけ力を倍せるものなり。

第二種の楔は兩側斜面をなすものにして木を裂き石を切り出す等の爲に用ゆるものなり、而して一定の厚さを有するものに在ては、楔の長さ大なるほど容易に其働を成すものとす、刀、釘等も此種の楔に屬するものにして、針の如きは無數の側面を有する楔と見なして可なり、此等の道具は皆厚さに比して長さの大なる程利益も大なるを見るべし。

○ネジ

ネジも又斜面の變形にして線の一捲の長さは斜面の長さに相當し、一捲と一捲の間の距離卽ちネジの歩みと稱せらるゝものは斜面の高さに對應し、ネジの周邊の長さは斜面の底に對するものなり。

力はネジの頭に施され其他端に於ける壓力を以て抵抗に打勝つものとす、線の一捲きを廻さるゝ毎にネジは二歩を進みて物體を壓するものなるを以て、ネジに於ては

ネジには左右の二種あり、通常用ふる所は右廻りのものにして、特別の場合にのみ左ネジを用ゆるなり。

第二章　流體力學

第一節　液體の釣合

○液壓の傳達

液體は分子の凝集力甚だ少きを以て、其位置を變更すること容易なれども、外部より施す壓力に抵抗するの力に富み、强大なる壓力を

ず、常に同輩と爭端を開きしが、終に千八百二年斷然英國を去て再び歸らず。英國を去るや氏は巴里に赴き、再び「バヽリヤ」を訪ひ、翌年巴里に歸れり、千八百五年再び「ミユニヒ」に在り、同年十月「マダム、ラヴォイシール」を娶りしが別に風波の起るにあらざるも、何となく面白からず、遂に三年半同居の後、互の合意を以て離別せり、氏は次で巴里の田舍に隱遁せしが、千八百十年再び「ミユニヒ」に到り、國王の命に依て技藝及び科學の學校を設立するの企圖あり、「アウテニル」に於て氏は襄に米國に歸住せし娘の來るに會して共に住し、又佛國協會に於て種々の論文を公にしたりしが、終に千八百十四年八月六十二歲を以て此地に沒せり、氏の遺産は既に述べたる如く、盡く「ハーバード」大學に寄附したり。

氏は二ケの器械を自ら工夫して製せり、一は新熱量計にして、或物體の燃燒に由て生ずる熱量を計るに用ふるものなり、他は物體の温度或は其變化の速度の最小の差異をも知り得るものにして、熱度計と稱せり、氏の論文の出版せられたるものは頗る多し、然れども多くは物理專門にあらずして、慈善事業及び家庭經濟にする事項を論せるものなり、氏の彈藥實驗は後來「アレムストロング」氏の發明に至りたる導火線なりとす、該研究を終るや氏の實驗を重ねたるものは流體の熱の傳導力なり、氏は往々實驗の結果以上に立ち入りて結論せしと雖ども、熱が流體物質を通過して傳達せらるゝ重なる方法は傳達流にあるとを斷じて證明し、水の器を熱するに當て、中央には上昇流を生じ、周圍には下降する流を生ずるの理を說明せり、卽ち液の大量が容易に下より熱せらるゝは、温度の上昇に從て膨脹するときのみにありとせり、華氏三十九度以下の水は熱せられて却て收縮ず、氏は其論文に於て、此事實の宇宙經濟に於

其四分一の力を施せば可なるべし。

○液體の表面

液體を上面開放せる器に盛り地上に置くときは、其各分子は四方より同樣なる壓力を受くるを以て一方に動搖することなく、其表面は各分子に働く重力の方向に直角をなすに至て靜止すべし、之を水平面と稱するなり、但し重力は地球上各點に在て常に地球中心に向ふを以て、之に直角をなす面とは球面に外ならず、大洋は現に地球外面の一部なる球狀をなすものなり、然れども小なる器等に於ては液面は眞に平面なりと言ふを得べし。

○連通管

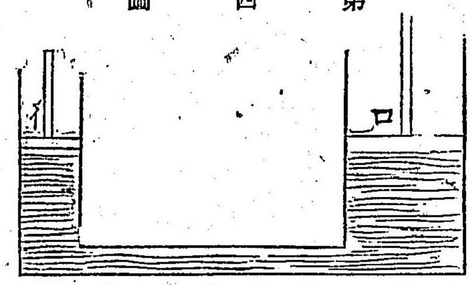
前に揭げたる圖に於て(イ)及び(ロ)なるピストンなきものとするときは、其液の重量を以て直ちに壓力と見なすを得べく、從て左方

施すも殆んど其容積を減縮することなし、且つ固體と異り分子著しく動搖するを以て、一方に受けたる壓は等しく之を四方に傳達するなり、パスカルの原則は之に付て述ぶるものにして左の如し。

釣合の有樣にある液體の一部分に任意なる壓力を施せば、此壓力は增減することなくして液體中總ての方向に一樣に傳達し、或一面の受くる壓力の强きは其面積に比例し、其壓力の方向は此面に直角なり。

是を以て今數個の同大の管を有して閉塞せる器に水を充たし、各管をは栓を以て塞ぎ其一を壓するときは、此壓は四方に傳達し他の各管內の栓を押出すべし、故に之を防には此壓に等しき力を各管に於て反對の方向に施さゞるべからず、

第四圖



又上圖の如く（縱斷面）大さの異れる兩管を連通せる器に於て、例へば(ロ)の面積は(イ)の四倍なりとすれば、(イ)に或力を施して壓するとき(ロ)には其四倍の力を施さゞれば釣合を得ざるべく、逆に(ロ)を或力にて壓するとき釣合を得る爲には(イ)に

ける關係を述べて曰く。

「吾人が無限の智者の洪大なる企圖を說明せんとするは、實に大膽にして危險なることなれども、亦必ずしも成し難きにあらず、世界の造物者が、氣候の變化を生じて吾人地球上に生を享くるものに無量の便益を與ふるの方法は頗る簡單なるものにして、苟も無情の人にあらずんば深く且つ長へに感する所あるべきなり、然れども吾人が益々深く宇宙の組織に付て討究し、又吾人の注目する活動力の種々の變化に由て生ずる結果を探究するときは、吾人は益々此宇宙間萬物の存在を來たしたる大原因を賞讃し愛敬するの念を生ずべし。

夏冬春秋並に凡て氣候の變移は、最も簡單にして最も驚くべき方法（卽ち地軸の黃道面に對する傾）に由て生せらるゝ雖も、此器械的工風のみにては、種々の氣候に於て動植物生活に必要なる温度の漸變を生ずるには充分ならざるべし、然れども寒國に於ては、地は氷りて雪に掩はれ、凡ての湖水河流は冬の初に氷るを以て、寒冷は極度に達し、幾分にても之を融和するに足るべき熱源は存せざるが如し。

もし事物を所謂自然の順序に放任するときは、如何なる結果を生ずべきや、今熱を奪はれたる爲に收縮する水が、他の流體、或は同じく水にても或他の物體を混ぜるものに於て有する法則に從ふものとせば、其結果如何なるべきや、もし天意が不思議なる方法に由て此際干涉を試むるにあらずんば、兩極地方の新鮮なる水は一冬にして深く氷結し、各植物等を滅亡せしむるや必せり、加之永久寒冷なる地方が兩極より漸々赤道に向て廣がり來り、地球上現今最豐饒にして人口稠密なる部分も寂寥として荒漠たる所と變せんなり、天が其美なる創造を保護するの方法如何、之れ吾人が疑惑と注意とを以て細心學ばざるべからざる所なり」。

○水準器及び泡準器

前二條の理を應用して水準器及び泡準器を製せり、土地の高低を測量し或は物體を水平に置く等の爲に用ゐらるゝ器械なり。

水準器は硝子管の兩端直角をなして曲れるものに水を盛りたるものにして、兩端水柱の上面を連結する線を以て水平の方向を知るを得、泡準器は極めて少しく曲れる硝子管の殆んど全部を有色のアルコール液にて充たし、僅かに一點の泡沫をなす所の空氣を殘留せしめたるものなり、もし此器械を置く所眞に水平面なれば泡沫は管の中央に來るべく、若し然らずして管の一端に留まることあれば、其表面が平ならずして一方に傾けるものなるを知るなり。

○液の下壓及び側壓

器中に於て釣合の狀にある液體は常に器底を壓するものにして、圓筒形の器に在ては其壓力は底面と液の高さの相乘積（卽ち實際の容積）に等しき該液の重量に等しきは見易きのことなりとす、而して上方に廣がれる器或は下方に廣き器に在ても、其底面に受くる壓力は凡て之と同じく底面を底とし液の高さを高さとする液柱（卽ち圓筒柱）の重量に等しきものなり、此理は上部狹き器に在ては、上部の液の壓力は下方面積の大なるに從て一樣に傳達するにより、上部廣き器に於ては上部周圍の液の壓は底面に達せざるによれり、猶前に揭げたる圖の說明を參照すべし。

以上は實驗によるも容易に證し得べし、今兩端開通せる圓筒形の硝子器を臺上に安置し、秤の一端より垂れて器內を通過する糸に由て支へられたる板を其底となし、然る後水を盛りて秤の他端皿に載せたる重量と平均せしめ、器底の受くる壓を恰も此重量と等しからしむべし、次に底面を等しくし上部狹きもの及び上部廣きものを取りて同樣に組立て、水を同高に盛りて試驗するに皿に載すべき重量は前に異らざるを見るべし。

氏は次に水の大量が深底より氷らざるは華氏三十九度以下に冷却する際に生ずる水の膨脹と、其氷るに際して尚生ずる膨脹の結果なることを説明し、「ゼネバ」湖の千吠の深處に於ける溫度は、「ピクテット」の試驗によれば華氏四十度なることを擧げ、尚進んで曰く。

「吾人は此熱の保存せらるゝ方法の簡單なることを賞讃するの辭を知らず、之れ恰も氣候の變移を生ずる所以と比較せらるべきものにして、凡て理由なき偏見を棄てゝ公平に觀察するときは、此等は皆同一原因によるものなるを悟るべし、然れども余は此等の研究を冗長にして讀者を倦ましめざるべし、若し余が此問題に就き多少の反覆冗漫なる跡ありしとすれば、之れ余の此問題を非常に興味あるものと考へ、又進化と懷疑の流行する今日、啻か此論の必要を認むればなり、もし未開國民間に在て、天を恐るゝの念と宗教儀式との實行が、野蠻的性質を和げ平和、秩序職業及び親密なる交際より生ずる凡ての快樂を得んことを欲せしむるとせば、智識と善心とを以て宇宙を支配する最上者の存在を信ずることは、苟も智力を修養して、人智の及ぶ所の如何に小なるかを悟れる人々の幸福に缺くべからざるものと云ふべし」と。

氏は液體壓力に就ての此實驗に關連して、水に澱粉を加へて其粘着力を增すの結果、及び水中に熱の擴散する度に幼毛を注入し、其運動を妨ぐるの結果を試驗せり、氏はもし能ふべくんば、熱の一定量の重量を測らんと欲し、秤の如きは物體重量の百萬分一を增すも尙感ずるものを用ゆる等、あらゆる注意を盡して實驗せしが、終に何等の結果も表はれざるを見て、「もし金の重量が其氷らんとする水の溫度より、赤熱の狀まで熱せらるゝも、其百萬分一をも增減せざるならば、吾人が物體重量に於ける熱の作用を發見せんとする企は無効に屬するものなり」

液體の上壓及びアルキミデスの原則

今前條の試驗に用ゐたる如き硝子管に於て糸を上方に引きて底を固定し、之を液中に沈むるときは糸を放つも底の降ることなかるべし、至るほど側壓は大なり。

○液の上壓及びアルキミデスの原則

之れ液の上壓力あるによるなり、もし管内に水を注ぎ上下の壓を等しくせしむれば底は自己の重量に由て離るべし。

此理を説明せんに今(イ)(ロ)(ハ)(ニ)なる柱形の物體を液中に沈めたりとするに、液は其上下より之を壓すべし、而して物體の受くる下壓は(イ)(ニ)(ホ)(ヘ)の液柱の重量に等しく上壓は(ロ)(ハ)(ホ)(ヘ)の液柱の重量に等しかるべし、何となれば此液柱の下壓は(ロ)(ハ)なる水屑をして其上壓力と平均せしめて動かざらしむるものなればなり、故に液體が此物體を液中に沈めたるや其重量を減せらるゝことと之と同容積の液の重量に等し。

凡て液中にある物體は上壓力の爲に其重量の一部を失ふものなり、

しくせしむれば底は自己の重量に由て離るべし。

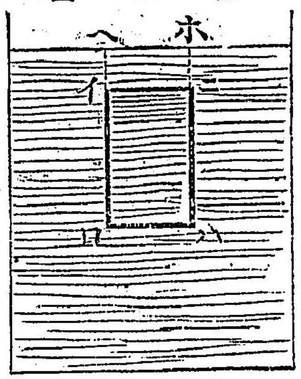
り液面までの距離を高さとする液柱の重量に等し、故に器の下部に總壓力は其部分の水屑の受くる壓に等し、卽ち其部分を底とし其よ器の側壁も又液の壓力を受けざる能はず、其任意の一部分に受くる

器に由て樽を破裂せしむるを得べし。

に水を注ぐことにより其頂上に長き管を挿入して内部と交通せしむるときは、單に此管

し「ゼネバ」湖

液體の下壓は驚くべき結果を生ずることあり、例へば樽



第五圖

壓は(イ)(ニ)(ホ)(ヘ)の液柱の重量に等しく上壓は(ロ)(ハ)(ホ)(ヘ)の液柱の重量に等しかるべし、何となれば此液柱の下壓は(ロ)(ハ)なる水屑をして其上壓力と平均せしめて動かざらしむるものなればなり、故に液體が此物體を液中に沈めたるや其重量を減せらるゝことと之と同容積の液の重量に等し。

凡て液中にある物體は上壓力の爲に其重量の一部を失ふものなり、

しくせしむれば底は自己の重量に由て離るべし。

り液面までの距離を高さとする液柱の重量に等し、故に器の下部に總壓力は其部分の水屑の受くる壓に等し、卽ち其部分を底とし其よ器の側壁も又液の壓力を受けざる能はず、其任意の一部分に受くる

器に由て樽を破裂せしむるを得べし。

に水を注ぐことにより其頂上に長き管を挿入して内部と交通せしむるときは、單に此管

し「ゼネバ」湖

液體の下壓は驚くべき結果を生ずることあり、例へば樽

を浮上せしめんとする力は兩壓力の差卽ち(イ)(ロ)(ハ)(ニ)の液柱の重量に等しきことを知る、而して此力は物體の失ふ重量に外ならずとす。

不規則の形狀を有する物體に於ても之を細小なる柱體に分ちて考ふるときは同じく上述の結果を得べきなり。

之に由て物體の重量もし同容積の液の重量より大なるときは物體は海底に沈み、兩重量互に相等しきときは物體を液中の何れの處に置くも釣合を保つべし、もし夫れ其重量同容積の液の重量より小なる如き物體は、一部或は全部を液の上面に浮ばすべし、此場合に於ては物體の全重量は其沈める部分に等しき容積の液の重量に等しく、且つ物體の重心と排出せられたる液柱の重心とは同一垂直線上にある

と言へり、然れども其後「プリンシパル、ヒツクス」が、物質渦動說及び熱の力學說に基ける現論的研究は、引力作用は或範圍内に於て温度に關するものなりとの結論を與へたり。

伯は又種々の表面の發射力に付て有益なる實驗をなし、該力は表面の性質に關するものなるを示し、油煙を塗りて發射力を增し得ることを述べたり、又物體冷却して發射の結果を測定するに當ては、自家の製したる熱度計を以てせり、次に氏は種々の表面の熱吸收を研究し、又發射體は又吸收體なりとの法則を立て、由て水を熱するには、器の外面を黑く塗るべしとせり、氏は又「ミユニヒ」に於ける軍事工場を照らす燈光に付て研究中、有名なる影「フオトメートル」「光の强さを測る器械」を發明せり。

然れども氏が最も後世に記憶せらるべき事は、其著「摩擦に由て生ずる熱の源に關する研究」に述べたるものにして、「ミユニヒ」造兵局に於て砲口製造の監督をなしつゝありし際の研究なり、該研究に由て氏の計算せる所によれば、摩擦の爲に二時半中に生ぜられたる熱に由て、百八十度に熱せられ得べき（卽ち沸騰せられ得べき）氷點の水の全量は、二十六磅五八なりと、而して熱を生ずるの速は、氏の考ふる所によれば、九本の蠟燭の各一時間に九十八「グレーン」づゝの蠟を費消するものより大にして、旋盤を廻轉するの仕事は一頭の馬に由て容易になされたりと云ふ、之れ吾人の知る所によれば、熱の器械的相等量（後に「ジヨール」氏に由て發明せらる）を測定せんが爲に行はれたる第一着の試驗なりとす、後氏は此實驗を追憶して人に語りて曰く。

「絕緣體もしくは其一團が、際限なく供給を繼續し得るが如きものゝ、物質なる能はざるは言を待たざるなり、余の考ふる所によれば、此等の實際に於ける熱と同方法に由て、生ぜられ且つ傳達せられるものなり。

人體は同容積の水殊に鹽分を含める海水よりも輕きを以て水面に浮ぶこと勿論なり、故に游泳の困難は身體を水面上に浮ばしめんが爲にあらずして、頭部を水面上に高め呼吸を自由にするの難きなり、蓋し人體中にて頭部は甚だ重くして先づ第一に水中に沈まんとすればなり、四足獸が天性游泳に巧なるは其頭部の身體に對する位置が都合よきと又其小なるによれり。

○比重幷に比重法

物體の單位容積中に含有する質量を其物體の密度と云ふ、卽ち物體の質量を其容積にて除したるものなり、而して種々の物體の密度を比較したるものを比較密度或は比重と稱す、蓋し質量なるものは、重之によらざれば知るを得ざるものにして、故に物體の比重とは或定まれる物體に對する同容積の重量の比なり。

固液兩體の比重の單位とする所は攝氏四度の蒸溜水の重量なり、水は此温度に於て最も重量を大にすること後章熱學に於て述ぶるが如し。

固體の比重は前條アルキミデスの法則に由て容易に計るを得べし、卽ち先づ比重を計らんとする物體を空氣中に於て秤にかけ平均せしめ、皿に載せたる重量を記すべし、次に物體を其儘水中に沈むれば幾分か輕くなるを以て、秤皿より重量の一部を取去らざれば平均せざるべし、此取去れる重量は物體が水中にて失ふ重量にして、卽ち物體と同容積の水の重量なれば、之を以て物體の重量を除すれば所要の比重を得べし、比重の値一より大なれば物體は水より重く、一より小なれば水より輕きなり。

然れども水に溶解する物體の比重は此法にて計るを得ざるを以て、既に比重を知り且つ此物體を溶解せざる或液を取て同前の法を施すべし、然るにかくして得たる値は此液に對する重量の比較なるを以て、眞に物體の比重を得るには更に此液の比重を乘せざるべからざるなり。

液體の比重を計るにはゲー、ルサックの發明せる比重計あり長き硝子管の底部には水銀を盛りて液に沈むを得せしめ、傍に度目を刻せるものなり、目の盛り方は最初之を蒸溜水に入れて沈みたる部分の容積を百等分し、其上部にも同樣の目をもりたるものなり、此比重計の用法は左の理による。

二種の液體の重量同じきときは比重は容積に逆比す。

得べき或ものに付ては、運動と云ふことを除きては明白なる思想を得ることゝ、全く出來難きの事にあらずとするも頗る難事と言はざる可からず」。

○トマス、ヤング氏

「トマス、ヤング」氏は千七百七十三年六月十三日英國「ソモルセット」州「ミルヴオルトン」に生れ、七歳に至るまで多くは外祖の祖父の許にありたり、氏の自記する所によれば、氏は二歳にして讀書をよくし、乳母及び敎師の助けに由て四歳に充たざるに聖書を誦讀する二回なりしと云ふ、五歳のとき「ゴールドスミス」の荒村行を殆ど誤なしに暗誦し、六歳未滿にして羅甸語を學び、七歳にして小學に入り、一年半の後校を去り半年間家にありしが、此間と雖ども常に隣家なる陸地測量家某の許に遊び、理學上の種々なる器械及び書籍を見て樂めり、九歳にして「ドルセット」州の「コンプトン」なる「トンプソン」氏の學校に入り居ること四年間、希臘及羅甸の著書に接し、兼て物理學の初歩を修めたり、十三歳にして此校を去るの前、氏は「ヘブリユー」語聖書の六章を誦了せりと云ふ、學業の餘暇には氏は顯微鏡の製造に余念なく、又「プリーストリー」の空氣に關する論文を讀み、心を化學に傾けたり、佛語を修むること少時にして、伊語の大體を咀嚼し、學校を去りて暫く家にあるや、重に「ヘブリユー」語の研究及び望遠鏡製造に盡瘁せしが、東洋の國語も氏の注意を逸するものにあらず、十四歳のとき既に「ウィリアム、ジョーンス」の波斯文典の大部分を讀了せり、爰に於て氏は「ヘルトフオルド」州「ヤングスベリー」に行き「デビッド、バルクレー」氏の宅に寓し、同氏の孫なる「ホドソンガルネー」の朋友幷に古典敎師として待遇せられたり、此間「ヤング」は十四ケ國語に付て多少の智識を得、猶「ニユートン」の「プリンシピ例へば水中に入れて百の點まで沈む此器械を或液中に入るゝに八十の點まで沈みたりとせよ、前條の理に由て器械の全重量は其沈みたる部分と同容積の液の重量に等しきを以て、此場合に於ては水の百容積と該液の八十容積と重量を等しくするものなり、（卽ち兩者共に比重計の重量に等し）故に前述の理に由て八十を以て百を除したるもの卽ち一、二五は該液の比重なるべし。

もし此比重計が百以上の點まで沈むときは其液の比重は一より小なり、卽ち水より輕き液なるべし、但し同一器械を以て水より重きものと輕きものゝ兩種の比重を計るは、管の長きを要し不便なるを以て實際は二種に分ちて製せらる。

尙ニコルソン比重計及びウェストファール比重計等あり、前者は固液兩體の比重を計り、後者は液體の比重を計るものなり、此他種々の法ありとす。

左に二三物體の比重を示す、諸金屬の比重は化學の編に詳かなればこゝに略す。

エーテル液	〇、七一五	純酒精	〇、七九三
氷	〇、九一六	水	一
硫黄	二、〇三三	金剛石	三、五三一

○毛細管現象

此現象は日常極めて廣く現はるゝ所にして、洋燈の石油が自ら心の頂上に登つて焰を助長し、又は吸墨紙を以て容易に濃密なる墨汁を乾かし得る如きは皆此現象の結果なりとす。

今兩端相開通せる細小なる硝子管を水中に押入するときは、水は管中に上りて水面より高きに至り、且つ其内壁に觸るゝ所高くして所謂凹面を呈すべし、是れ水と硝子との粘着力が水自身の凝聚力よりも大なるによるなり、若し水に代ふるに水銀を以てするときは、水銀の凝集力は水銀と硝子との粘着力に勝るを以て、水銀は管中に在て凸面を呈し、且つ外部の液面より低き處に止まるべし、此試驗に用ふべき管の大さは其口徑一吋の十分一を超過すべからずして、管の細小なる程著しく此現象を露呈すべし、之れ毛細管現象の名ある所以なり、此現象の由て起る原因を稱して毛細管引力と云ふ。

凡そ毛細管中に液の上昇する高さは、液の性質に由て差あることは前述の例によりて明かなれども、管の大さに關することも又大なり、卽ち管の口徑に反比をなすものなり、各種液體中最高く上昇するものは水にして、今直徑一吋の百分一なる管を用ゆるときは、水は殆んど五吋半の高さに上るべく、エーテル液は其半に過ぎず、硫酸

ヤ」及光學の全部、幷に「ラヴォイシール」及び「ニヨルルン」の化學構造、又は植物、醫學礦物及他の科學に關する著書を讀み、十九歳にして「ヤングスベリー」を辭せり氏の一の特性は手蹟の甚だ美はきしてとにして、後來象形文字の研究に利便を與へたること少からずと云ふ。

千七百九十二年の秋、氏は醫學を修めんと欲して「ロンドン」に到り「ウエストミンスター」の寓居に住し、「ハンテリヤン」解剖學校に入りしが、一年の後「セント、バルソロミユー」病院の醫科生となれり、氏の講義筆記を見るに、時に羅甸語を以て記せる所あり、又希臘語の引用句あり、且つ講義の始まらざる中に運算せる數式を挿入せりと云ふ、此學校生涯の間少しく幾何光學に注目する所あり、顯微鏡及び望遠鏡を製造せしが、更に研究を積むの後、終に眼球が調節の爲に變形するは其水晶體なることを發見し、此論文の爲に官立公會の會員に擧げられたり、之れ千七百九十四年のことにして、氏の論文の最初のものなりとす。

千七百九十七年十月、「ヤング」は「ロンドン」を去りて「ゲッチンゲン」（獨國）に到り、同大學の一員として勉強を始め、傍ら圖畫舞踏騎馬音樂等に耽れり、「ゲッチンゲン」大學に在る英國學生は、獨乙語に熟せん爲に規約を設けて、誰にても英語を話すものに罰金を課するの法を設け、又日曜日には教授が書生を招ぎて馳走するの例なりしが、氏に取りては何れも得意とする所なりしならん、「ゲッチンゲン」に於て氏は醫學のみならず、物理學歐洲憲法史、古代技藝史等の講義に出席し、千七百九十六年醫學士の學位を得たり、氏の論題は「人聲」にして此研究は氏が後來光の波動説の研究に資する所大なりしと云ふ。

千七百九十六年、氏は獨逸國に旅行し、翌年英國に歸り、「ゲンブリッヂ、エンマヌエル」大學の第二等生となる、校長の

の如きは其三分一に止まると云ふ。

一の珍らしき事實は毛細管引力の爲に管中に上りたる液體は、其毛細管の頂上に達するにあらざれば蒸發せざることなり、故に今四寸の高さまで液の上りたる毛細管を五寸の所にて切りたりとするも、一滴の液を蒸發することなく其儘穴しきを得べく、又もし三寸の處にて切りたりとすれば決して液の流出することなく、頂上の部分徐々と蒸發し去り下より之を補ふなり、酒精燈が使用時外には蓋し置かるゝも之が爲なり、活體の營養分を吸收するや之により、河畔膏沃の地多きも又之に由て多く水分を收取するによれり、毛細管引力の用大なりと云ふべし。

○滲透

今一器に水を盛り之に油を注ぐときは油は水面に浮ぶべし、之を振蘯するも暫時にして油は又水面に浮び來り、終に水と混交することなかるべし、然れども若し油に代ふるに硫酸を以てするときは忽ちにして水と交混すべし、之れ前の場合に於ては水の分子と油の分子との間の引力が、水及油自身の凝集力に比して小なるにより、後の場合に於ては恰も其反對にして兩液分子間の引力は各液の凝聚力より大なるによるなり、此兩液相混交する現象を稱して交流と云ふ。

交流作用を生ぜき兩液を取り、甲なる液を膀胱にて包みて乙なる液を容れたる器中に浸すときは、甲は乙に、乙は甲に互に膀胱の氣孔を通して侵入し、終に甲乙兩液相平均して全く同一の液となるに及んで止むべし、之を滲透と云ふなり、卽ち毛細管現象の結果に外ならず、此試驗には有色の液を用ゆる方明かに其現象を見るを得べし、例へば甲を淺黃色なる硫酸銅の溶液とし乙を水とせば、滲透作用の生ずるに從て漸々水の着色するを見、且つ甲の方次第に增量するを見るべし、卽ち硫酸銅液の水に來るよりも、水が硫酸銅液に入る方大なるを知るなり。

然れども液の出入の度は其性質幷びに膜の性質に關係するものなれば、凡て實驗の結果によらざれば一概に言ふ能はず、又交流の速度は最初兩液の純粹なるとき最大にして漸く混交するに從て減少するものとす。

滲透の例も又日常多く見る所なり、豆類を水中に置けば著しく膨脹し、水を吸收せる膀胱の上に置きたる食鹽の一塊が須更にして溶液に變ずるが如き是なり、もし非常に激烈なる毒藥の一滴を皮膚に點せば忽ちにして死に至るの理も、又多孔性なる皮膚によりて生ずる滲透の作用に歸するなり。

「ヤング」を敎授及び一同に紹介するや、爰に紹介する學生は、其敎師に向て講義すべき資格ある人なり、云々と云ひしとぞ。千七百九十八年、「ケンブリッヂ」大學に於ける些少の出來事は、氏をして室内に蟄居せしめ、專ら物理學の研究に心を委るに至れり、此研究の最著の結果は音の干渉の法則を建てたるにあり、之れ卽ち音樂に於ける「打擊」の現象を說明するものにして、又後來光の干渉の發見を促したる所以のものなり。

千八百一年、氏は醫術を開業したりしが、翌年官立學會（官立公會とは別物にして此頃創立せられしもの）の物理學講師となり、次て化學敎授「デビー」と共同して學會の雜誌を出版するの企をなせり、然れども友人間には、醫師は其全力を自身の職業に集むべしとて反對するものありしかば、二年の後此職を辭せり、氏は科學上の名聲は醫家としての成效に妨害を與ふるものと思考したりしかば、多くの發明は皆無名にて出版し、爲に後來其發見者たるを主張するに於て大に困却を感せりと云ふ。「ヤング」の物理學講座を辭せるは、官立學會に取りては敢て損失と云ふべからず、何となれば聽衆は多く通俗の人々なるに、氏の講義は通俗ならざればなり、氏は凡て中等以下の賦性を以て生れたるものゝ、初學の際に於ける苦辛を知らざるを以て、其講義は才あるものには屈強なるも、鈍なるものは之を聞て何の得る所もなきなり、氏の講義は千八百二年出版せられしが、其六十箇の論文全部が出版せられは千八百七年なりとす、又此等の講義の題は力學、液體動靜學、音、音學器械、光學、天文學、地理學、物質論、熱、電氣、磁氣、氣象學、植物と動物生活、及び以上諸學科の歷史等なりとす。

「ヤング」の科學上最大の効績は、光の干渉の理を應用して諸種の現象を說明せるにあり、夫れ光の波動說、卽ち光を以て

第二節　氣體の釣合

○氣體

氣體には自ら二種の別あり、一は普通の境遇に於て其彈性を保持し、強大なる壓力を著しき温度の減少をにより液化するものにして之を瓦斯と云ひ、他は固體或は液體より熱の爲に氣化したるものにして、熱減ずれば從て舊體に復するもの卽ち蒸氣是なり、然れども此等の氣體は皆其性質を等しくし同一の法則に適合するものなるを以て、或一つの氣體に就て研究すれば其結果はよく凡ての氣體に適用するを得べし、由て以下吾人の周邊に充滿する空氣を取りて其性質及び法則を學ばんとす。

○空氣の重量

空氣とは吾人の時々刻々呼吸して以て生を保つものにして、地球の周圍に滿充し、其上に存在する凡ての物體の内外を問はず苟も空處あれば入て之を占有するものなり、地球の表面に於ける空氣の密度は、水銀に比して殆んと一萬分一にして之を距ること遠きに從ひ愈々稀薄となり、五十哩の高きに上れば終に全く存在せざるに至る。空氣は無色透明にして目之れを見る能はずと雖ども、夐手を擧げて

急速に動かせば何物かの之に觸るゝを感ずべく以て其存在を認むるを得べし、既に存在する以上は之れ一の物質にして、重力の法則外に逃出する能はず、卽ち多少の重量を有するや必せり、今之を試驗せんと欲せば活栓を有する球形の硝子塲を取り空氣の入れるまゝ之を秤り、更に排氣器に由て塲中の空氣を排除し再び之を秤れば重量に於て前に減ずる所あるを見るべきなり、空氣の重量は一リートル（我が五合五勺餘）大約一、三グラムなり。

○空氣の壓力及其測定

空氣の分子は凡て他の氣體に於ける如く、互に相拒け四方に擴散せんとするものなるに、大氣が地球表面に濃密にして且つ限りなく空間に飛散し去らざるものは、地球引力に作用せらるゝが爲にして、從て重量を有する所以なり、然らば液體中の物體が其壓力を受くると同理により、地球上の諸物體は皆空氣の壓力を被らざるべからず、之を大氣の壓力と云ふ、今二三の實驗に由て之を證せんに、水を盛れる器中に長き硝子管を挿入し、一端を口中に含みて吸上ぐれば水の口中に入り來るを見るべし、之れ管中の空氣は吸はれて稀薄となり爲に其壓力外部の空氣の壓力に劣るに至るが故なり、又兩端開通せる小硝子管に水を充滿し、一端を指頭にて塞ぎ他端を下にして支ふる

「エーテル」を通過して傳達する波動なりとせる說は、其源を「フック」及び「ハイゲンス」に取りしものにして、「ハイゲンス」は濃密なる中間物に於ては稀薄なるものに比して光の速力小なることを假定して、反射及び屈折の現象を明細に說明するを得たり、「ニユートン」は所謂放射說を取り、光を光體より直線の方向に發出する微細の分子より成るものとしたりしが、此說によれば前と反對にして、中間物濃密なるほど光の速力大なるの結論を得たり、之を實驗に訴へて波動說の勝利に歸せしめしは「フーコー」氏なりとす、「ヤング」は放射說の尙他に多くの欠点あるを發見し、益々波動說の眞なるを確めしものなり、然れども氏は數學を用ゐて其觀測したる干涉の現象を論究せずして此等の事業は「フレ子ル」等の學者專ら其衝に當れり、之れ「ヤング」の研究の「フレネル」のものに比して、注意を喚起すること少かりし所以なり、兎に角「ヤング」の名は光の波動說に關して記憶せらるべきものにして、千六百九十年「ハイゲンス」が之を論せる著述を公にしてより、久しく忘れられたりしものを恢復せしの大効ありとす、「ヤング」の「エーテル」に關する言に曰く所謂「エーテル」と稱するものに、多くの點に於て類似する中間物の存在は電氣の現象に於て疑ふべからざるものなり、而して此の如き「エーテル」の存在を否認する論に對しては「オイレル」の充分に答辯せる所なりとす、電氣打擊の速なる傳達は、電氣中間物が光の擴散に必要なりと思はるゝものと同大の彈性を有することを示す、電氣「エーテル」が光の「エーテル」と同一のものと考ふべきや（若しかゝる流體が存在すとせば）否やは、將來必ず實驗に由て發見せらるべきものなり」、と氏は光學に寄與する所多きが上に、又彈性及び表面張力、或は毛細管現象に關して著しき進歩を與へたり、夫れ所謂毛細管現象に由て、

○大氣壓の變化

前述七十六センチメートル水銀柱の重量は海面上の一氣壓にして、大氣の壓力は種々の原因によりて變化するものなり、溫度の高低は其一因にして溫度高ければ氣壓又大なり、第二空氣乾燥の度なり、蒸氣の眞の氣體となれるものは、空氣よりも輕きが故に、大氣は濕氣を含むこと多きに從て壓を減ず、空氣の流動は其三なり、殊に渦を捲くときの如きは空氣の分子は過大なる遠心力を以て飛散するを以て、著しく氣壓を減ずべし、之を大氣壓變化の重なる原因となす。

○驗氣器（晴雨計）

前述トリセリ氏の實驗に基きて構造せる所の驗氣器は、大氣壓の變動を測る器械なり、氣壓の變動極めて些少なる場處に於ては、水銀柱の昇降著しくするにあらざれば、水銀昇降の度によりて氣壓の大小を知るものとす、室內等氣壓の變化極めて些少なる場處に於ては、水銀柱の昇降著しからざるを以て、通常の驗氣器にては用をなし難し、和蘭のハイゲンス氏は特に之が爲に精巧なる器械を製したり、之によるときは僅少の變化をも極めて明かに認め得べしと云ふ。

驗氣器の用は之に由て來日の晴雨を卜するにあり、卽ち水銀著しく上るときは晴天にして下るときは多くは雨天なるべし、左に揭ぐるは概して信ずべき規則なりと云ふ。

ときは、大氣の下より壓するが爲に水は流出することなかるべきも、指を離せば上下の壓相平均し水は己れの重量に由て落下すべし。

始めて大氣の壓力を測定せしは伊國の學者トリセリ氏なり、其法は九十センチメートルの長さを有し一端閉塞せる硝子管を取り、之に水銀を充滿し指頭を以て塞ぎ乍ら倒まに水銀を盛れる器中に入るゝときは、管中の水銀は少しく下りて一定の處に至り止まるべし、此時管內の上部は眞空なるを以て水銀の外部液面よりの高さは全く大氣壓力の支ふる所たらざるを得ず、而して此高さを計るに平均七十六センチメートルなるを以て、通常大氣の壓力は七十六センチメートルの水銀柱の重量に等しと云ふ、所謂一氣壓と稱するもの是なり、今上の硝子管の橫斷面積を一平方センチメートルとなれば、水銀一立方センチメートルの重量は十三、六グラムなるを以て、其全重量は一キログラム百分三四なり、之れ卽ち一平方センチメートルの面積に於ける大氣壓なりとす、此割合を以て人體に受くる所の壓力を計算すれば實に非常なるものなるに關らず、吾人が毫も之を感せざるものは、其壓力が體の各部極めて微細なる點にも一樣に働くと、且つ身體の半以上は容易に壓縮すべからざる水分より成り、又諸組織中に含有する空氣及諸瓦斯體の彈性によりて釣合ふとによるなり。

細管中に液體の上昇するの現象を始めて目撃したるは、「レオポルド、ダ、ヴィンシ」なるが、之れ現今に於ては凡て同一の作用に歸するを知られたる諸種の現象中の一に過ぎず、卽ち小硝子瓶の頸部より水滴の垂るゝ、石鹼球を膨脹せしむるに空氣の壓力を要する、油を塗れる針の水面に浮ぶ、或種の蟲が水面に立て然も其足を濡さゞる、硝子の線より高くなるまで瓶に水を充たし得る、雨滴及び水銀の小滴が、其卓上にあるに際しても殆んど球狀をなす等凡て此等は表面張力の作用によるものとす、此等の現象を研究するの人少からざりしが、「ヤング」の益々研究を重ぬるに及び、同液表面の同一固體と相接するの角度は幸に一定なることを發見し、尙進んで表面張力なるものゝ存在は、液の分子は互に常に一定せる牽引の作用を生ずるのみならず、又拒斥するの力を有し、其力は分子の距離大なるに從て增大するものなることによるとせり、氏は液體の粘着力を論ずる論文中に此說を述べ、千八百四年皇立公會に於て之を朗讀したりしが、其後英國百科大字彙の補遺中に、同問題に付て更に述ぶる所ありたり、氏の彈性論に寄與したる所の中最も記憶すべきは彈性率（「ヤング」の率）の發明なりとす、以上述べたる「ヤング」の科學事業は皆壯年時代に成效したるものにして、氏は大學敎授を辭するの後千八百三年、「ケンブリッヂ」に於て醫學得業生の學位を得、千八百四年六月結婚の式を擧げたり、是より十六年の間、每夏必ず「ウォルシング」に暑を避け諸種の研究に從事し、十月或は十一月に至て「ロンドン」に歸るを例とせり、千八百十一年「セント、ジョーヂ」醫院の醫師となり、爾來長く此職を奉せり。

千八百十六年、氏は「セコンド」の振子の長さを一定する委員會の會長を命ぜられたり、該委員會の報告は氏の起草する所なりしが、其結果は國會の決議を經て、

（一）甚だ乾燥せる天候の後に水銀漸く降下するときは、數日中に降雨あるべく、氷ること遲きに從ひ雨天は長く續くべし。

（二）甚だ濕潤なる天候の後半途以下にありし水銀が漸々上昇するときは、數日中に晴天となるべし、其始まること遲きに從ひ晴天は長く續くべし。

（三）春時驗氣器の急降下は風を表はし、炎暑の候に於ては雷雨を示し、冬時に在ては風位の變更及び其溫度に應じて雪或は雨を意味す。

（四）水銀の昇降に急變あるは天候の激變を示す、但し永續するものにはあらず。

驗氣器は又土地の高低を測るに用ゐらる、蓋し氣壓は高きに登るに從て減少し、其割合を大約十メートル半毎に水銀柱一ミリメートルの低下なりとす、但し此用に供する器械は通常用のものと稍構造を異にす。

○ボイルの法則（或はマリオットの法則）

此法則は氣體の容積と壓力の關係を示すものにして左の如し。

密閉せる器中にある氣體の容積は其壓力逆比し、壓せられたる氣體の抵抗卽ち張力は壓力に正比す。

例へば爰に通常氣壓に於て一定の容積を有する氣體ありとせば、更に一氣壓を加へて之を壓縮するときは其容積は減じて半となり、張力は倍して二倍となるべし、之によりて見れば容積張力との相乘積は常に一定の値を有するものなり。

此法則は實驗に由て容易に證するを得べし、今曲れる硝子管の短き方の端は閉塞し、長き方の端は開口せるものに水銀を容れ、閉塞せる管端に多少の空氣を餘すときは、此空氣の受くる壓力は正に開端よりの一氣壓なるべし、由て更に七十六センチメートルの高さの水銀を注ぐときは、前の空氣は壓縮せられて容量を半減するを見るべし、此故に或條件の許に種々の氣體の容積を比較するには、同氣壓の下に於てせさるべからず、概して一氣壓の際を以て通常の法とす。

容積の壓縮に由て張力の增大なる例は空氣銃に於て見るを得べし、該器に在てはピストンの上下によりて空氣を底部に壓縮し、充分に蓄へたる後引金を放てば丸は空氣の張力に由て遠く飛び行くなり。

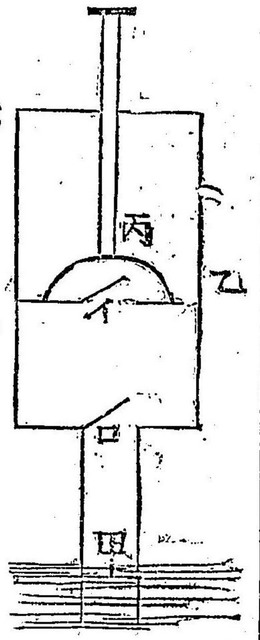
○ポンプ

ポンプに二種あり其一を吸上ポンプと云ふ、左圖に示すが如く吸管（甲）吸筒（乙）及びピストン（丙）より成る、今ピストンを上ぐるときは吸筒下部の空氣膨脹して張力を減じ、爲に外氣の壓力は（ロ）なる瓣を開きて水を侵入せしむ、此間（イ）なる瓣は上部の壓に由て

もし標準「ヤード」の失はれたる場合に於ては、「ロンドン」の海面上に於ける此振子の長さに 36 = 1393 なる比を乘すれば、元「ヤード」と同長のものを得べしとなされたりしが、其後尙誤謬の存する數點を發見したるを以て、標準「ヤード」の雛形を製するの命令を發せられたりと云ふ。千八百十八年、氏は航海曆の監督者幷に經線局長に任せられ、該局の廢せらるゝや、其事務は海軍省の一局の司る所となり、氏は「ファラデー」及大佐「サビン」等と其顧問となれり、此等官途の收入は「ヤング」をして糊口の道を得せしめて餘りありしを以て、其研究は全く獨立的のものとなり、爲に其著述を無名にて出版して淡然たりしなり、千八百二十年「ウォルシング」の地を去り、翌年夫妻相携へて佛、瑞西、伊の諸國を歷遊し、巴里に於て物理學者「アラゴー」に會し、同時に「ラプレース」、「キユビール」、「フンボルト」等の學者と相見るを得たり、千八百二十四年「パラヂユム」保險會社の計算係幷に檢査醫に聘せられ、生命保險の問題を考究せり、千八百二十五年官立公會の外務係として、「フレネル」の分極光の研究の効績を表する爲に、「メダル」を送れり、之れ實に「フレ子ル」の死する數日前なりしと云ふ。

「ヤング」は千八百二十九年五月十日、五十六歲を以て歿す、壯年時代心身を勞する過大なりしによる、「ヤング」の本領は科學にありしも、其天才は何物としてなし能はざるなく、就中氏の傳記を如何の方面よりものするに當るも、必す逸すべからざるものは埃及象形文字の研究なりとす、氏は既に述べたる如く、古典に通曉し歐洲及び東洋の諸國語に精しく、又手蹟及圖畫をよくしたりしが、之に加ふるに科學的論法及び觀察力の銳敏なるあり、此の如き事業に對しては實に申分なき天才といはざるべからず、然れども「ヤング」の象形文字發明の次第の詳細は

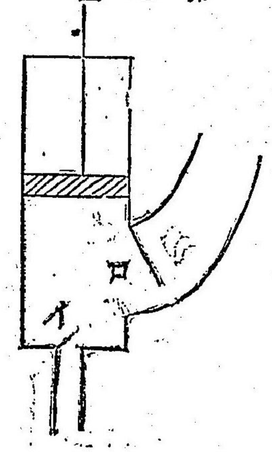
第六圖



閉ちらるべし、ピストンを下せば（ロ）は水の壓力に由て閉ぢ（イ）は開きて水を上部に擧ぐ、かくすること數次にして水の吸筒上部に溜まるに至れば側壁の孔口より流出すべきなり。

此ポンプは水を高處に誘致するが爲には用をなさず、其理は比重十三、六なる水銀柱が一氣壓に等しき高さは七十六センチメートルなれば、通常氣壓の爲に上昇する水の高さは此十三、六倍なる約十メートルに過きず、卽ち吸管の長さ十メートルを超ゆべからざればなり、此目的の爲に造られたるものを壓上ポンプと云ふ。

第七圖

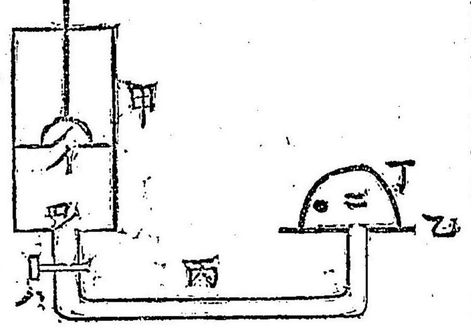


上圖に示すものは此種のポンプにして高く右方に突出するものを吸筒とす、ピストンを上ぐれば外氣の壓力は（イ）（ロ）兩口より加はり、（ロ）は閉ぢ（イ）は開き水を擧ぐ、ピストンを下せば（イ）は閉ぢ水は（ロ）を開きて吸筒に入るべし、此ポンプに於ては吸管を長くするを要せず、吸筒を長くするときは水は所要の高さまで上るべく、從て其處に流出口を設けなば、容易に前述の目的を達するを得べきなり。

○排氣器

排氣器の構造はポンプと同理に出で、現今種々の種類ありと雖ども其原理は左圖に示す所によりて明なるべし、甲は吸筒にして乙なる鐘臺と兩管に由て連結せらる、丁は硝子の半球にして鐘臺に載せて其中の空氣を排除するものなり、今ピストンを上ぐるときは、（ニ）なる鐘內の空氣は出でゝ細管を通り（ロ）なる瓣を開きて吸筒に入る、ピストンを下せば（ロ）は閉ぢ空氣（イ）より逃れ出づべし、故にピストンの上下を屢々すれば鐘內の空氣は愈稀薄となるべく、然るに後（ハ）なる話栓をねぢて通路を絕てば鐘內は眞空となるの理なり、

第八圖



爰に省くことゝすべし、該研究は「ヤング」に次で「チヤンポリオン」「レプシユス」、「ビルシユ」等の諸家に由て繼續せられ、「ヤング」は此研究に付ては殆んど何物をも公にせず、唯英國百科字彙の補遺中に埃及なる題下に其一部分を平易に叙したるのみ、兎に角吾人の今日象形文字幷に其發見の賜なる埃及歴史に付て知るを得るものは、皆「ヤング」の効績にして、「テームス」河畔の方尖碑（埃及より持來りたるもの）を見るものゝ、先つ胸中に想起する人物は「トマス、ヤング」其人に外ならざるべし。

○ケルヴィン伯
（ウィリアム、トムソン氏）

氏ハ千八百二十四年六月二十六日、英國「ベルファスト」に生れ、十一歳にして「グラスゴー」大學に入れり、此時氏の父は該大學數學の教授たりき、「ケンブリッヂ」に於て氏は初年より獨創の見識を以て頭角を顯はせしが、千八百四十六年「セント、ピートル」大學の校友に選ばれ、同年「グラスゴー」大學の物理學講師となれり、之より先き千八百四十二年、氏は既に電氣靜力學の重要なる問題を解釋し、氏の海底電線に於ける電流通過の研究は太西洋海底電線の埋設に與て大に力ありしを以て、其功勞に由て千八百九十二年貴族に列せられ、「ケルヴィン」伯と稱せり、氏の發明せる電氣計は絶體電氣計、象限電氣計等種々ありて、皆完全なる器械的及び幾何學的調節を有するものなり、氏は又「アンペール」計、「ヴォルト」計、及び「ワット」計を製し、電氣工場及び實驗室に使用するに便せり、氏の堅固なる器械及び羅針盤は海軍省提督部及び重なる商船會社の採用する所となれり。

純正科學に於ても氏は比類なき研究を積み、特に千八百四十年以來の、勢力の費消を兼ねて熱力學の研究、重要なる定理と電氣肖像を生ずる眞法を含める磁氣、然れども實際に於ては鐘内の空氣甚だしく稀薄となるや（ロ）なる瓣を押し開く力なきに至るべく、且つ排氣器の構造如何に精巧なりとも雖も到底見るべからざる空氣の通路を塞ぐ能はざるとにより、絶體的眞空なるものは決して得べからずして、元空氣の八百分一の密度になし得るものを其最も精巧なるものとす。

○排氣器にての實驗

排氣器の試驗には兩白くして有益なるもの甚だ多し、今は唯其二三を記すべし。

（一）長き硝子管の排氣器に適合すべき裝置あるものを取り、其中に金屬の一片と羽毛の如き甚だしく比重を異にする物體を入れ、空氣を排除して後管を倒まにすれば兩物體同時に底に落下すべし、之れ空氣の底抗なき處に於ては各物同時に落下するの證なり。

（二）秤の一端には一個の空球をかけ、他端には之と釣合ふ所の分銅を垂れたるものを排氣器の鐘内に入れて空氣を排除すれば、秤は少しく球の方に傾くを見るべし、之れ液體中に於ける如く凡ての物質は空氣中に於ても壓力の爲に其と同容積の空氣の重量丈けを減せられ居るものなるを證するなり、蓋し空球は分銅に比して容積大なる

（三）鐘内に蠟燭を點し空氣を稀薄にすれば火は滅し、且つ空氣の上壓力減ずるを以て煙は降下すべし、又小動物の如きは運動鈍くなり遂に死するに至るべし、之れ呼吸する空氣の存在せざればなり。

（四）後章音響學に述ぶる如く空氣は音の傳達に不可欠のものゝ一たることも又爰に試驗するを得べし、今鐘内に鈴を置き鐘の頂上を貫通する棒に由て之を打つも殆んど其音を聽かざるべし。

鈴を打つを得る裝置をなし、鐘内の空氣を排除すれば又微温を帶びたる湯を鐘内に置き其中の空氣を排除すれば忽ちにして沸騰すべし、之れ後章熱學に述ぶる如く氣壓減ずれば低溫度に於て水は沸騰するものなるを證するものなり。

（五）小器に水を盛り之に木葉を浸して鐘内に置き空氣を排除すれば、空氣の小泡沫が續々水面に浮ぶを見るべし、之れ物質の孔性を有し且つ其中に空氣の存在するを證するものなり。

○氣體の比重

固液兩體の比重を定むるに當ては水を單位に取れりと雖ども、氣體に於ては通常大氣を以て比重の單位となす、故に今或氣體の比重を計らんとせば、先つ大氣の重量を知らざるべからず、其法一球内に空氣の入りたるまゝ重量を計り、更に球内の空氣を排除し球の重量

電氣の研究、及び液體動力學、就中波動及び渦卷運動の研究等に於て功勞あり、千八百七十二年、氏の電氣靜力學及び磁氣學の論文は集めて一卷となし、再版せられ、他の論文も又同樣に出版せられたり、數學及び物理學論集之なり、氏は又「テート」氏と物理學敎科書を合著せり、千八百七十年英國協會の會頭となれるを始とし、再度「エヂンボロー」官立公會の會頭となり、千八百九十年「ロンドン」官立公會の會頭となれり、氏は又佛國學會の會員にして、千八百九十六年（一昨々年）「グラスゴー」に於て、氏の敎授在職五十年祝典を擧ぐるや、世界の科學者來會して氏の賀をなすもの頗る多かりき。

○サムエル、ブエンリー、ブリーズ、モールス氏

モールス氏ハ千七百九十一年四月廿七日米國「マッサチユーセット」州「チヤーレストン」に生る、父を「セデダー、モールス」と云ふ、氏は實に其の第八子なり、「ダニエル、ウエブスター」氏の父を評し「沈思而かも能く談じ、敏活にして業を取る斷々乎たりと、彼の米國外國傳道會社、米國聖書會社等の起るや氏の父與て功ありき。

氏は性活潑にして神躍り氣爽かに確乎不拔の精神と大希望を抱けり、幼にして畫圖を嗜み已に四歲にして或る學校に於て敎師を畫くや、其の姿容醜なりしが爲めに敎師は氏を斥せりと云ふ、七歲にして「アンドバー」中學校に學ぶ、十歲の頃父一書を送りて曰く、一時に多事を顧る勿れ、唯一事に專心一意以て全力を盡せよ、彼の和蘭の政治家「デ、ウイット」は非常に多忙なる時と雖も或は集會に、或は宴會に閉日月を有せし所以のものは一時に一事を爲し、決して今日遂ぐべき業を明日に讓らざりしが爲めなりと、氏恰かも「英名傳」通讀に際しければ胸中感交々到りて後日の英名を期せり、十四歲にして

を計れば、前の價より後の値を減じたるものは球內大氣の重量なるべし、次に異空なる此球に與へられたる氣體を充滿し其重量を計れば、此價と前に知りたる球の重量との差は此氣體の重量なり、然らば之を前に得たる空氣の重量にて除したるものは、卽ち所要の比重となること明かなるべし。

此試驗に於ては種々注意を要すべきことあり、就中温度は常に同一なるべし、今此法に由て比重の兩單位卽ち水の大氣の重量を比較するに、通常氣壓と攝氏零度に於て水は空氣の殆んど七百七十倍なり。

左に重なる氣體の比重を擧げん。

水素	○、○七	アンモニア瓦斯	○、五九
窒素	○、九七	燐化水素	○、九
酸素	一、一	硫化水素	一、一九
鹽酸瓦斯	一、二五	クロル瓦斯	二、四七
炭酸瓦斯	一、五二	大氣	一
酸化窒素	一、○四		

○輕氣球

アルキミデスの原理は大氣中に於ても適合することを排氣器試驗例第二に示す如し、故に比重小數點以下なる氣體は空氣の上壓力に由て浮上すべし、此理を應用して輕氣球を造れり、其構造は緻密にして氣體を漏らさゞる物質を以て巨大なる球形の袋を製し、之に水素瓦斯を充たし繫ぐに籃舟を以てし、一二人を載せて輕く空中に上昇するものなり、今其上昇力を算せんには球袋容積の空氣と水素瓦斯の重量の差を知り、尙輕氣球物質の總重量を減せざるべからざるなり。

○固液兩體の瓦斯吸收

多孔性なる固體は氣體を吸收して氣孔中に保存す、是れ兩者間の牽引力による、一の實驗を擧げんに、硝子管に水銀を盛り之を同じく水銀を盛れる器中に倒置し、傍より炭酸瓦斯を導きて管の上部に入らしむ、今燃へたる炭を管口に送るときは輕きが故に上ぼり、忽ちにして水銀の上昇するを見るべし、是れ炭の瓦斯を吸收したるによるなり。

水は炭酸瓦斯を吸收するや之を氣孔中に壓縮するを以て熱を生ずべし、是れ液體が瓦斯を吸收するの例なり。

吸收の狀態に三種あり、第一は例へばカリオム液の炭酸瓦斯を吸收すれが如く、吸收せられたる瓦斯が化學的變化を受くるもの、第二は之に比して稍や物理的のものにして、例へば水のアンモニヤ瓦斯に於けるが如し、水はよく八百倍の同瓦斯を吸收すと雖も、之を熱す

「エール」大學に入れり、時に歷史と幾何は氏の長ずる處にして、殊に物理と化學を尤も好めり、敎授「デー」氏に就き電氣學を學び大に得る處あり、氏の尤も興味を感せしむるものは電流が鎖或は小距離にある金屬片に通ずるや、其各小距離に暗處に於て電流が見らるゝべく、若し其の間に紙片の數葉を置き電流を妨ぐる時には中間葉より左右の兩方向に各葉鑽孔を穿つを見る、之れ實に氏の電信機發明の大基礎をなすものなり、然り氏は斯の如く科學に於て非常の興味を有せしが、又畫圖に於ても美妙の才を有せしかば、常に友人の需に應じ之れが潤料を得て科學器械を講求せり、後終に畫を以て身を立てんと欲し、「ロンドン」に行き時の美術學會々長「ベンジヤミン、ウエスト」の下に學ぶこと數年、朝夕怠らず技大ニ進み遂に學士會々員たるの名譽を得たり。後『ハーキユリー」の死』なる大幅を畫き、之を「ソーメルセット、ハウス」の大博覽會に出品せり、拔んで數千中逸品九個の中に數えられ、後之れを彫刻に付せり、氏の名聲益々四隣に震ふ、然かれども居常貧困にして僅かに衣食を給するに過ぎず、如斯く美術的觀念の發達と共に文學的思想の發達するは勢の然からしむる處にして、則ち閑を得れば當代の詩人と交はれり、彼の「コリレッヂ」及び「アーピング」氏の如きは實に氏の親友なりき。

英國にあること四年にして米國に歸らざるの已むを得ざるに至れり、氏は「ジユピターの裁判」てふ有名なる畫を携へ來れり、是れ千八百十五年十月の頃なりき、是れに於て此の畫を衆覽に供せりと雖ども、誰一人之れを購ふものなく、又歷史的畫に注意するものなかりき、氏玆に於て斷然發明的事業の方針に志を一變せり。

氏は消火唧筒に押上唧筒を應用し、專賣特許を得て「グレイス、ワルツ」の博覽會に出品せりと雖ども、充分の收入を得ること能はず、大に失望に沈吟せしが其後れば直ちに分解するなり、第三は全く物理的卽ち純粹の吸收にして、水の酸素或は窒素を吸收するが如き是なり。

固液兩體が氣體を吸收するの多少は其性質に關すること論を須ゐず、金屬の如きは殆んど吸收することなく、氣體は唯其面上に於て濃密なるのみ、液體に於て吸收の狀前述の終りのものに相當するときはヘンリーの法則なるもの殆んど適用せらるべし。卽ち一定容積の液が吸收する瓦斯の容積は瓦斯體の壓力に關せず一定なり。

之をボイルの法則に參照して左の如く言ふも可なるべし。

液體の吸收する瓦斯の重量は其壓力に正比す。

○氣體の交流作用

氣體にも又交流作用ありて化學的變化の起らざる區域內に於ては、二種或は以上の氣體平等に混交すべし、例を擧れば水素を入れたる壜を上にし、炭酸瓦斯を入れたるものを下にして互に交通を許すときは、兩瓦斯の比重上なるもの小にして下なるもの大なるに關らず、暫時にして全く別種の氣體となるべし、凡そ諸動物の呼吸及び燃燒等によりて生ずる炭酸瓦斯の空中に於て稀薄となり吾人に害を與ふることなきものは實に此理によれり、二氣體交流の速度は大概其密度の平方根に逆比するものなり。

第三節　液體の運動

液體に於ては其性質に由て交流作用を起さゞるものありしが、氣體に在ては一の例外なく凡て此作用を生ぜざるものなしとす。

倘一の實驗を記さんに長き硝子管に水素を充たし、其下端を或液に浸し上端は多孔性の栓を以て塞ぎ水素をして通過するを得せしむべし、然るときは暫時にして液の管中に上るを見るべく、以て前述法則の如く空氣の侵入は水素の逎出に若かずして管中瓦斯の容積を減じたるを知るなり。

此節述べんとする所は液體が器壁に穿てる細孔より流出する現象、及び其管中を通過する有樣幷に液體の活力等なりとす、而して此等の性質及び法則は凡ての液體皆同一なるを以て以下吾人の最も親しき水に就て述べんとす。

○流出の速度

上面開放せる器に水を盛り底部或ひは側面に細小なる孔を穿つときは、水は此處より流出すべし、其速度は孔口より液面に至る高さに關す、トリセリ氏の原理なるものは之を說明するものにして左の如し。

「チヤーレトン」に至り、伯父の家に寓し其の將さに歸らんとするに臨み一幅を畫きたりしが、見るもの驚嘆賛美せざるはなかりき、是れに於て名聲一時に轟き議會の要求によりて時の大統領「モンロー」氏の肖像を畫けり、後「ニューヨーク」市民より大將「ラファイエット」氏の像を畫かんことを求められ是れ又氏の名譽とする處なりき、何となれば時の有名なる畫工「ピール、インマン」氏等之れが競爭者なりしが故なり、次で、美術學會の組織せらるゝや氏之れが會長となり、十八年の久き此職に盡せり、此の間伊太利に至りて美術を探究し、其の「ロンドン」に至るや時の詩人「ロージヤー」に遇ひ文學上の蘊奥を究めぬ。

千八百三十二年十月十二日「ハブレー」より海路「ニューヨーク」に歸るや、船客と談は轉じて近世の發見磁電石に及びて氏は「エール」大學にあるの日己れの實驗せし處を語れり、是れに於て氏の思想は再び變せり、或は終夜之れを思ふて眠る能はず、點と線との排列によりて字母の符號を記せりと云ふ、千八百年「ヴォルト」の電池發見以來氏は電氣に注意し、或は「レーデン」瓶の構造に、或は金屬線の傳達に苦慮する處ありき、此頃「コッペンヘーゲン」の「オエルステッド」は磁石針が電流によりて其の位置を變ずることを發見し、千八百二十年「アンペール」は佛國の學士會に於て電信機の模型（此の機械に於ては字母は各一本の針金を有す）を示し以て電磁石の理論を講せり。

千八百二十七年教授「デナー」氏の電氣學を聞くや中心甚だ喜びたり、氏は電磁石の作用にて電池の電流が長距離に於ても一定の合圖を爲し得るべしと信じ、之れを實際に顯はさしむる爲めに電流の接離を利用せり、而して長き紙片を垂平に動かさしむる爲めに時計器械を應用し、之れに記すべき筆は上下の運動を主をらしめたり、如斯くして氏の考案せし如く、點

流出の速度は物體が液面の高さより墜落して孔口に達したる際に得たる速度に等し。

即ち流出の速度は之を壓する液柱の高さの平方根に比例するものなり、假令ば百倍の深さの水は十倍の速度を以て流出するの理なり、此法則は液體の性質に關せざるものとす、何となれば例令ば水銀は比重十三、六なるを以て液柱の壓力は水に比すれば十三、六倍なるべし、而して雖も、其流出する各部分の重量も又水の十三、六倍なるべし、而して力學の原則に由て物體の加速は其重量に逆比し、之を動かす力に正比すればなり。

○流出の量

流出の量は孔口の大小及び流出の速度に關す、今孔口細小にして絶えず液面の高に等しき液柱の壓力を受くるものとせば、一定時間流出の量は其の時間に通過する距離と孔口面積との積に等しかるべし、但し此距離とは速度と時間との積にして、一秒時間の量を計算するに於ては直ちに速度となるべきものなり、然れども實際に於ては多少の差あるを免かれず、何となれば以上の理論は單に孔口の中央を通過する部分にのみ適合するものにして、孔口に直角をなして四方より壓する部分の運動は緩慢なると猶廣大なる室に多數の人を容れ、之れを小戸口より出でしむる際に類似すればなり。

○流出の時間

第一章落體の論に於て學びし如く、今物體或一定の高さを墜落し來れば或る速度を得べし、此速度を以て逆に此物體を投上すれば、速度次第に減少し、終に前記一定の高さに至りて上昇を止むべし、此れに若し器の側面に縱に細長なる孔を穿つ時は、下部に至る程水壓強きを以て、流出の速度大にして上部程漸々小となり、流出の形狀は所謂拋物線をなすべし。

○流出の時間

第一章落體の論に於て學びし如く、今物體或一定の高さを墜落し來れば或る速度を得べし、此速度を以て逆に此物體を投上すれば、速度次第に減少し、終に前記一定の高さに至りて上昇を止むべし、此れに由りて之れを見れば、墜落の際得たる速度の事を以て終始平等に直上するとを得ると假定せば、前と同じ時間に於て同じ高さに昇るべし、此の理を應用すれば或容積の水も器底の小孔より流出し盡すに要する時間を知るを得べし、即ち最初流出の速は水の深さ丈けの距離を墜落して、物體が得たるものに等しく、最後に無となるものなれは之れ最初より最初の速の半を以て平等に同時間丈け流出するに等しかるべし、由て其の一秒時の流出量即ち最初の速の半と孔口面積との積を以て、水の全容積を除すれは是れ所要の時間なるべし。古代の人は水の流出に由て時を計る器械を造り、之れを天文觀測用に供したり、水時計是れなり。

と線との排列に由りて字母の文字を表はさしめたり、後氏の兄「リチヤード」の家に寓し之れを社會に應用せんと欲し、心を潜めて工風を凝すこと大凡そ十二年なりき。

千八百三十五年「ニューヨーク」市美術大學校教授に推薦せられ、茲に尚ほ發明の事業を續け、遂に補助電池を發明するに至れり、此れによりて遠距離より來る電流の微弱を強め其作用を明かならしむ、氏の名聲稍く擴らんとす、有名の人々踵を接して來り、電信機を見て一驚を喫せざるはなかりき、然れとも之れか實用を疑ふもの多く企業に巨額の資を投ずるものなかりしが、千八百三十七年「アルフレッド、ヴエール」氏此れが製作を助け「ワシントン」府の博覽會に出品せしめたり、茲に氏は議院に試用に供する發とし三十萬圓を要求せり、氏は其の結果を見ずして歐洲に到り之れが專賣特許を得んことを欲せり、然かれとも英國に於ては已に「ホイートストン」、及び「クーク」が磁石針電信機にて專賣權を得たる後なりき。

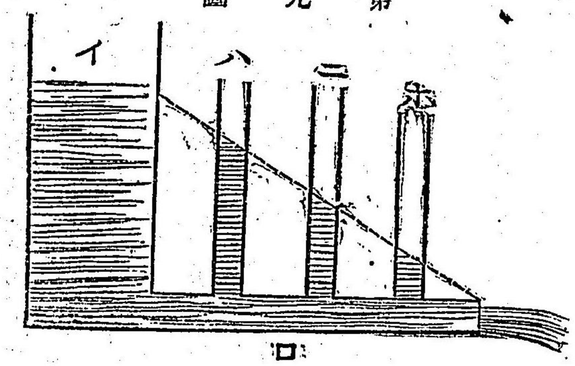
越て翌年米國に歸り、更に千八百四十二年十二月三十日三十萬圓の要求を議院に提出せしに、議員交々論駁せりと雖とも、其の投票の結果は八十九に對する八十三にして遂に通過せしかば氏の喜ぶこと限なく、直ちに「ワシントン」府と「バルチモア」の間に之れが工事を起し頗る良結果を奏せり、是に於て此の名聲一時に轟きて歐米を壓せり。

千八百三十七年「ベルギユーム」の美術學會々員に推され、同じく三十九年「パリス」の工業學校より大銀牌を受け、其他、土耳古帝より、「ブルデンブルグ」王より、或は佛國帝王より、若しくは「デンマーク」王より美術幷に科學の金牌を受けたり。

千八百五十七年大西洋に海底電線の工事あるや、氏與て爲めに好結果を得たり、蓋し其の功勞に對して「ナポレオン、フヒンリー、ブリーズ、モールス氏物理學一斑　七三

◎液體管中の運動

水の管中を流るゝ有樣を見るに各層の速度に差あり、中心の部分最速かにして之を距ること遠きに從ひ愈〻小なり、之れ各層互に摩擦するを以て抵抗を生するに由るなり、管の內壁に付着する水の層は殆んど運動せず、恰かも管の內面を裏打せしに似たり、故に水の速度は管の性質に關せず常に同樣なり。



第九圖

今管中摩擦の模樣を試驗せんに、(イ)なる水槽に水を盛ときは(ロ)なる橫管より水の流出するにも拘はらず、之に鉛直に立つ所の(ハ)(ニ)(ホ)等の管にも水の上るを見るべし、之れ水の橫管を流るゝに際して摩擦起るを以て、橫管接續の部位に當れる側壓を以て、後より續々來る處の水は速に(ロ)管中を流走する能はずして然るものなり、或は語を換へて之れを言へば鉛直管中に上りたる水の重量は能く橫管中の摩擦に打勝つもの卽ち其の摩擦の力に等しと云ふべし、故に流出口に近き處ほど上昇する水の高さは小なるべき事圖の點線の示すが如し。

管の中途にして分岐して二三となる場合には、以前中心にあつて其速最大なりし部分は周圍層となり、相混亂するを以て摩擦は增加すべし、分岐せる管の合同する場合も同樣なりとす。

又管の中途俄かに膨大せるものに於ては、水が其處を出入の際每に抵抗を增し速度を異にす、卽ち細き部分は速かに太き部分は遲く、其割合は管の橫斷面積に逆比例す、或は其の半徑の自乘に逆比すと云ふも可なり、若し別に大小二管中の運動を比較すれば、同壓を以て水を流れしむるに小管の方大なる摩擦を受くるものにして略半徑に逆比すと云ふ。

以上述べたる摩擦の多少は管の種類に關せざる事前述の如しと雖も、液の性質に關しては差異あり、水やアルコールの如き運動容易なるものに在ては少くして凝集力の大なるに從ひて大なり。

河は此摩擦の理に由て岸及底に於て速度を減ず、故に水流は岸より も中央に於て、底部よりも上面に於て速度大なりとす、道途の曲折 を減するに與て力あるものにして、若し之無かつせば急奔舟

し氏は已に千八百四十二年十月十八日「キヤスル、ガルデン」と「ガバーナー」島との間に海底電線を埋設せしてとあり、既に海底電信の嚆矢をなせしなり。

氏は性天然の美を愛し艷麗の花を見て嘆賞之れを久しくし、之れが顯微鏡的研究を爲し以て自から樂めりと云ふ。

千八百七十一年六月十日敎授「モールス」の銅像「ニューヨーク」市中央公園に建てらるゝや、音樂學校に於て盛大なる饗應あり、氏則ち起て感謝の意を述べ、天には神の榮光、地には平和、人には惠あれと、氏時に齡八十、其の像の下に「エス、エフ、ビー、モールス」と記せり、聽衆則ち起立し拍手せり。

氏は遂に千八百七十二年四月に沒す、葬儀壯嚴堂々「ワシントン」府國會議事堂に於て行はれ、「ガーフヰールド」起て氏の功績を賛美せりと云ふ、今尙氏の肖像議事堂の前面にあり、以て氏の名聲の赫々たるを知るべし。

○ジヨセフ、ヘンリー氏

千七百九十九年十二月十七日「ニューヨーク」州「アルバニー」に生る、其祖先は「スコットランド」より來ると云ふ。

氏幼にして甚だ奇なる事情より讀書の僻を得たり、則ち氏の家に一疋の兎を養ひたりしが、其の兎或る會堂の壁孔より逃れたりしが故に、之れを逐ふて其の穴を窺ひ體を屈して之れに入れり、時に漏れ來る光線を認めたりしが故に就て見るに書籍棚なりし、茲に氏は之れを見るに小說なりき、氏之れを讀みて亦た兎を顧ざるが如し、是れより屢々茲に來りて小說を讀み夕景燈を圍むの時之れを物語れりと云ふ、氏は姿眸甚だ美にして又優なりき、十三四歳の頃時計製造業兼銀細工業「ドチー」なる人の下に年期奉公をなせしが、固より商業を好まざりしが故に二年を經て其の業を廢せり。

又演劇を好むの僻あり、「ロースツラム」

より來らずして單に流水の勢より來るが故に水の活力を用ゆること四分の一に過ぎず。

上擊水車は流水をして上部に落下せしめ、羽翼に溜る水の重量に由て廻轉するものにして、水の重量幷に其の速度の之れに働くものなれば、活力の四分の三は費用せらるゝものとす、此水車は水量の僅小なる故に多く用ひらる。

中擊水車は其中部に流水を受くるものにして、廻轉の動力は前と同じく水勢と其の重量なれ共効力に於ては前二者の中間に位し、活力の五分の三を收受し得ると云ふ。

然れども蒸滊船の車輪の如きは此等と違ひ、蒸滊力の爲に生ずる機關の作用によりて廻轉するものにして、其水を打つに當て反動を生じ、車輪廻轉の方向に從て前方或は後方に船を進行せしむるなり。

第四節　氣體の運動

氣體は液體と異なり高處より落下し、又は斜面に沿ふて流るゝと能はず、唯壓力の强き部分より弱き部分に向て運動するものなり。

○流出の規則幷に吸引作用

液體に於ける流出の規則は均しく氣體にも適用し得べし、但し液體

と稱する會社に入り遂に之れが會頭となれり、此時氏は脚本を組立てゝ演せしめたりしと云ふ、如斯くなれば若し氏の母にして承認せば氏は演劇者たりしなるべし。

十六歳の時「スコットランド」の人「ロバート、ボイル」が氏の家に寓するや歸るに臨みて「グレゴリー」著「理學、天文學、化學の實驗講義錄」なる書を氏の机上に忘遺せり、氏之れを見るに種々の問題を提げたり、則ち若し石を空中に投ずるときには何故に其方向に直線に走らざりか、又何故に或る一定の場處に至りてより再び地に落つるや、之れに反して烟の如きは力之れに加はらざるも何故に上昇するか、靜止せる水には何故に人の面貌が寫るや、之れ光線の反射ありと言はん、果して然からば其の光線の反射とは何を言ふや等の問題なりき、氏は之れを讀みて大に興味を感じ、爲めに翌年演劇會社々長を辭し一生を擧げて物質的研究に從事せんことを期せり、「ヘンリー」氏の此書に興味を有するや此の如きものありしかば、遂に之を「ボイル」氏に乞ひ得て永く座底に保存せりと云ふ。

千八百二十三年「アルバニー」中學校に入るや、學資を支辨せんが爲め村立の一學校の教頭となり、一ヶ月八圓の給料を得しが越て翌年十五圓に進めり、之れ氏の忠實なる働に依りしなり、後に助手となり愈勉強して蒸氣及び蒸氣機關に、或は理化學的の研究に實驗を重ねたり、此頃氏は大に化學に興味を有して實に博士ベック氏の助手なりき（博士は冬期學生並に一般の聽衆に講筵を開きたり）氏や既に卓拔の實驗家なりしも、然かれとも氏の薄弱なる體軀は到底勉強に堪へざりしが故に、友人の勸告により「ハドソン」河と「エリイ」湖の間凡そ三百里程の測量技師となりしが、之によりて聊か健康を恢復するを得たり、是に於て氏は再び「アルバニー」中學校に歸りて數學及び

に於ける液柱は氣體に於ては壓力となさゞる可からず、何となれば一器中氣體は決して平等の密度を有して、氣柱の境界を明かにするものに由りて壓せらるゝにあらざればなり、故に流出の速度を論ずるに當りては、其の壓力を水に換算せざる可からず、爰には算出の法を省き其の結果を記すべし、曰く

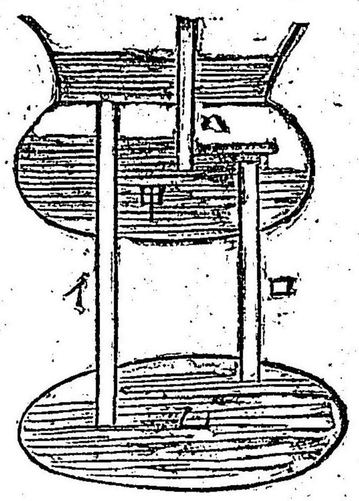
種々の氣體皆同一の壓を受くるとき、は其流出の速度は其比重の平方根に逆比す、例令は四倍輕き氣體は二倍の速を以て流出するの理なり。

氣體の流出するに當てや、四邊の空氣を排斥するを以て自からも又擴散し、爰に他の體を引き付る力を生ず、之を氣體の吸引作用と云ふ、今小板の中央に小硝子管を挿入せる（但し裏面に拔けず）ものを取りて強く管の上口より吹く時は、下口に一の薄紙片を宛つるも之を宙に支ふることを得べし、之れ板と紙との間の空氣稀薄となり、下より壓する大氣の力大なればなり、此吸引作用を利用したるものを霧吹とす、該器は人の知る如く器中より一管の尖端狹小なるものを出し、他に水平の一管ありて同しく狹小なる尖端の前の尖端と近く相接するものなり、今水平の管より烈しく吹けば他の管口の空氣を稀薄するを以て、器中の水を誘引し且つ之を飛散せしむるものなり。

○噴水器

噴水器は其構造左圖の如く最初甲なる部分に水を入れ置き、更に上部に水を注く時は（イ）管を通して（乙）に下り其中の空氣を壓するを以て空氣は（ロ）管に由りて（甲）に逃れ、更に其水面を壓するを以て水は（ハ）管に由りて噴上がるべし、之れ前に言し如く氣體は凡て壓力の小なる部分に向つて運動するものなるに由るなり。

第十圖



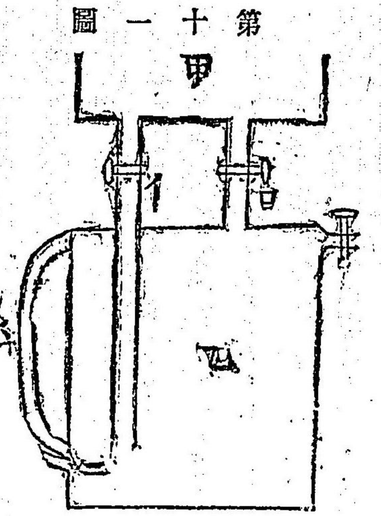
○ボヤソメートル

上理に由て強大なる壓力を加へて瓦斯を保存し、必要の場合に應じて出し得るの裝置あり、ガソメートル是なり、其の構造の略圖は上の如し、（乙）は其の外面漆を以て塗りたる鐵板製の圓筒にして、（甲）は上部開放せる短圓筒なり、兩圓筒が（イ）（ロ）二管に由て通ず

物理化學の教授となれり、然かれども直ちに職に就かざりしが故に「ニューヨーク」州の地質研究に從事せり。

氏は學校に在りて職を執ること日に七時間なりしも尚ほ理化學的實驗を行へり、「アルバニー」に於て氏の講義せし問題は蒸汽の化學、及び數學的考究、並に高壓に於ける蒸氣が不意に膨脹するは溫度の非常に下るを示す實驗なりき、之れを氏が講義の嚆矢とし、其の後空氣の稀薄によりて生ずる寒冷に就きての論文を講せり、其の實驗中に於て壓迫せられたる空氣が不意に稀薄となる時に起る溫度の低下を示すには、氏は水の一合五勺許を頗る堅固なる圓形の銅器（但し七升五合入り）に入れ、之れに口徑一寸三四分の一程の管を付せり其管の下部には數多の小孔を有し其の上部に鶴嘴を有せり、今此の銅器に「ポンプ」によりて空氣を送りて凡そ九氣壓に至らしむ、此の間其の銅器の溫度の上昇するを見るべし、而して其

第十一圖



然れども（ニ）なる口に管をさし瓦斯を導き入るれば、瓦斯は氣泡となりて絶へず筒の上部に登り水は流出すべし、遂に圓筒の瓦斯を以て充さるゝに至らば、（ニ）口を閉つべし、次に此の瓦斯を必要の所に導き出さんと欲せば、（イ）管及び（ハ）口を開き（甲）より水を容るべし、然かる時は瓦斯は（ハ）より出つべし、（ホ）は連通管にして水の高さ常に（乙）筒内に等しきを以て、其中に貯蓄せる瓦斯の多少を知るを得るなり。

第五節　流體の抵抗

の溫度再び本に復するに至れば其の鶴嘴を開くべし、然る時には空氣は非常なる勢を以て噴出すべく、同時に水の少許は之と供へしが其の瞬間に少許の水は變じて雪となり、數秒間にして管は爲めに閉鎖せらるゝに至る、此の時には銅器中の溫度は下りて水盡く氷となるなり。

千八百三十一年氏は「アルバニー」大學校の樓上に於て長さ一里以上の線を用ゐて鈴を鳴らし以て相圖をなさんことを企てゝ之れが良結果を得たり、之れを電磁石が呼鈴に應用せられたる嚆矢となす、此法に於ては永久磁石の長さ一尺許のものを樞軸によりて支へ而して之れを馬蹄形磁石の兩端の上に置けり、今電流が此の磁石に通ずるや鐵の一端を引き他端を拒斥すべし、かく鐵は水平の運動をなすが故に鈴を之れが端に固定せば之れが爲めに絶へず鳴るべし。

千八百三十二年「プリンストン」大學の教授となる、是れより先き千八百三十年の

○流體の抵抗

空中或は水中に於て物體が運動するや、其進路に塞がる部分を排除せざるべからざるを以て、多少の抵抗を受くべし、其強弱は第一運動の方向に直角をなす所の物體面積の大小に關し、面積の大なるに從て抵抗も大なり。

例へば今直徑一寸の球と同質の直徑一分の球とが流體中を降下するを見るに、小球の速度は漸々減少せらるべし、是れ兩球の容積が一と千との比（球の容積は直徑の三乘に比例す）なるに、面積の比は一と百（球の面積は直徑の二乘に比例す）とにして、卽ち小球の面積は其重量に比して大なるを以て、流體の抵抗も又割合に大なるによるなり、泥水の容易に澄まざるは土塊の極細分が速かに沈澱せざるによるものとす。

第二物體の速度に關す、卽ち速度大なれば一定時間に排除すべき流體の量も又大に、且つ流體の速度をも大にすべきを以て、抵抗は大なり、例へば運動の速度を二倍すれば、排斥すべき流體の量も又二倍となり、流體にも二倍の速度を與ふべし、之を以て抵抗は速度の二乘に正比するものなり。

然れども實際に於ては抵抗は尙大にして、既に或程度に至れば速度

頃氏は已に電磁の作用を應用して電信機を發明せり、此時氏の友人は勸むるに專賣特許を得ることを以てせりと雖とも、之れを科學の威嚴に關するとして斷然辭せりと云ふ、又以て氏の高潔なる志を見るに足るべし。

尙ほ氏の觀察を遂げし事績は多くして電雲の感應、「フオスフオレンセス」（燐光）を起すべき物體、例せば金剛石の如きものを太陽光線に直射せしめ、之れを暗處に移す時には金剛石は青白き光線を發すると、彈丸の放射せられたる時に受くる速度の測定、太陽の黑點に於ける熱度と其の他の點に於ける熱度との比較熱、望遠鏡によりて熱の搜出則ち遠距離に馬ありとせば其れより發射する直射熱は少なくとも七百呎の距離に於ては明かに感せらるゝこと、液體の粘着力、石鹼水の粘着に於ける柔軟性、器械的力の源因及び動物的勢力の本性等なり、氏は動物體の器械的力を以て不定不衡の有樣より平衡の三乘に正比することもあるべし、かの羽毛の如き速かに落下せざるは、一定の所まで落下したる後は抵抗非常に增大し、其時の速度と平均するに至るによれり。

空氣の抵抗卽ち風を利用して風車及紙鳶あり、水の抵抗を利用して氣船あり、此等は皆よく知る所なれば畧すべし。

第三章　熱學

熱とは一種の活力にして物體分子の震動に基因するものなり、震動の速大なるものは熱大に、小なるものは熱小なり、之を以て物體分子もし全く其震動を停止すれば、熱なるもの生ぜざるべし、無熱體之にして、攝氏寒暖計零下二百七十三度に到れば此狀態を呈すべしと云ふ、古人は熱を以て物體原子間に存在し、非常に微妙にして捕促すべからざる物質なりと思考せり、熱の擴散又は傳達等の語は、實に此思想より假り來れるものに外ならず、然れども此說の誤謬なるは、例へば一個の金屬球が其冷なると熱せられたるとに關らず、同一の重量を有するを見ても明なるべし、熱もし眞に物質なれば熱せられたるものは重量を增さゞるべからざればなり、次に二三の語の字義を述べ置かん。

寒冷　とは比較詞にして單に熱の少量なるを云ふ。

温度　とは熱に對して云ふ所の物體の狀態にして、其中に含蓄する熱の絕體量の謂にあらず、後者は卽ち熱量なるものにして、爰に或温度と容積の水ありとせば、其二倍の温度を有する水は容積半にして其熱量を等しくするの理なり。

第一節　熱の作用

○膨脹

物體を熱すれば其分子の震動を烈しくするを以て、其容積を膨大すべし、而して物體は固液氣の三體順次に分子の凝集力を小にするを以て、同一温度に於ては三體順次に其膨脹を大にすべし、但し氣體を除き他の兩體に於ては、其種類に由て膨脹の度を異にするものとす、今攝氏零度にあるものを同百度熱するときは、其容積の增加すること、氣體は三分一、液體は五分一乃至五十五分一、固體は六十分一乃至六百分一なりと云ふ、攝氏一度を增す每に膨脹する度を、其物體の膨脹率と云ふ。

固體の膨脹を示す簡單なる裝置は、眞鍮製の小球と通常温度に於て恰も之を通過せしべむき輪とを以てせるものにして、球を熱すれば

トン、」「アラゴー」、「ゲールサック」等諸氏の親交を得たり、或る時「フアラデー」、「ホイートストン」、「ダニエール」、及氏の四人相集りしが、熱電堆より閃光を得んことを欲し、順次之れが試驗を爲せりと雖も盡く失敗に歸せり、氏獨り獨特の技倆を振ひ長き線に軟鐵を卷き付けたるものによりて成功せりと云ふ。

又磁石によりて電の閃光及び電流を得たるは「フアラデー」の發見する處と稱すれども、實は氏も之と同時に發見せしなり、千八百二十九年英國の學士會々員「スミスソン」氏なる人沒し、遺産五百四十萬圓を擧げて北米合衆國に送り「スミスソン」學院を起して智識發達に資せんことを希望せしが、當時の議會は殆んど十年間此問題を考究せり、或る議員は米國政府は之を受くるの憲法上權限を有せざるを以て英國に送り還すべしと云ふものさへあるに至れり、時に「アダム」氏は大天文臺の設立を要求し或は農學校の建設を請求し來りたりと雖とも、委員は遂に之れを允も好適の人物「ヘンリー」氏に托せり、此に於て千八百四十六年十二月三日諮院に職に就き爾來學院より有益なる科學の出版を續出せしめたり。

氏は數年來燈明臺會社の社長なりしが、鯨油に代るに豚脂を用ゐ、千八百六十五年以來年々百萬圓の國益を生せしめたり。

又霧中の號報に思を焦し、千八百七十七年「ステーテン」島に於ける燈明臺にて之れが研究に從事せし時右手に脈瘭を生じ、越て翌年三月十三日遂に溘然として逝けり、死の將さに迫らんとするに臨みても、風は何れの方向より吹くやと問へりと云ふ、以て氏の人命を重せしを見るに足らん。

○ジエームス、クラーク、マックスウェル氏

氏は千八百三十一年六月十三日、蘇格蘭（スコットランド）

膨脹して輪を通過せざるを見るべし、金屬中膨脹率の最大なるものは亞鉛にして、次は鉛なり、錫及銀は之に次ぐ、而して一の例外は粘土なりとす、粘土は燒かれて却て收縮し、再び舊態に復せず、思ふに之れ熱の爲に化學的變化を生ずるに由るものならん。

磁器或は硝子の盃に沸騰せる湯を注ぐときは屢ば破毀するとあり、之れ器の內部は熱を受けて膨脹すれども、磁器及び硝子は不良導體なるを以て、器の外部は急に熱を受くる能はず、卽ち內外相平均するを得ざるによるなり。

○固體の膨脹

固體の膨脹には二種あり、鐵棒の如く長きものに於ては、其方向に膨脹すると同時に、全容積に於て膨大すべし、前者を線膨脹率と云ひ、後者を容積膨脹と云ふ、容積膨脹率は線膨脹率の殆ど三倍に等し。

以上は物體を四方等齊に膨脹するものとなしたれども、結晶體の如きは其方向に由て膨脹の度を異にするもの往々之あり、又固體は一般に溫度の高まるに從て膨脹率を增すものなり。

○液體の膨脹

液體は揮發性卽ち普通溫度に於て液の狀態を保たしむる爲には多大の壓力を加ふるを要するもの程膨脹の度を大にす、例へば氷點より沸騰點迄熱するに、水は其容量の二十二分一を增加し、アルコールは九分一を增加するが如し、液體も又溫度の上るに從て其膨脹率を增大するものなり。

液體は器物に盛るの他支持の法なく、而して器物は熱を受けて同じく膨脹するものなれば、實驗に際して液體の眞の膨脹を知らんとには、必ず器物の膨脹を算入するを要すべきなり。

液體は熱を受けて膨脹し、寒に逢ふて收縮すとの一般法則に反するものを水とす、今沸騰點にある水を漸々冷却すれば、攝氏四度に至るまでは一般法則の如く收縮すべしと雖も、此度を降れば却て膨脹して、零度に於て氷となり、更に膨脹すべし、之れ四度を下るの後は、水の分子結晶の準備にかゝり、零度に至て全く整然たる結晶形をなすを以て、分子間の距離を大にせるにあるなり、之に由て水の重量の最大なるは其收縮の絕點に達したる攝氏四度の際なりとす。

池水等の表面のみ氷るは此理によれり、最初は表面の水冷却して降下し、底部の暖き水と其位置を代へつゝあるも、漸く冷却の度を增し氷るに及んでは、最早降下することなくして表面に留まり、以て下部の冷却を防ぐなり、もし水に此性なかりせば、池水の全體を擧げて氷り、其中に棲息する魚類等は盡く死に至るべきなり。

「エヂンボロー」に生る、幼年の間兩親と共に田舍に成長し、千八百四十一年「エヂンボロー」中學に入る、幼より事物を研究するの精神に富み、苟も其耳目に觸るゝもの其原因を探究せざれば止まず、之れ氏の生涯に通じて卓然たる特性なりとす、又頗る經典を好み、八歳にして詩篇第百十九節の全句を暗誦せりと云ふ、此頃氏の母は沒したるを以て、一粒種なる氏は父の傍を離るゝことなく、何事をも共にしたり、氏は實に自然を愛し、高く時俗より超脫せり、氏は動物を愛すること甚だしく、蛙を口中に含み其跳出すを見て樂しむもの屢々なりき。

小兒として氏は小學の普通教育に由て多く得る所あるに適せざりしが、然も家庭教師の爲に滿足なる結果を見る能はざりしを以て、十歳のとき「エヂンボロー」中學に入れられたり、始めて校に登るや、儕輩の弄ぶ所となりしも、氏が自ら守ることの固き、遂に以前の侮慢に代へて衆人の尊敬を博するに至れり、十三歳にして氏は未だ「ユークリッド」幾何學を修めざりしも、立體幾何に於て或進歩をなしたるは明なり、其父に送れる書中に氏は四面體、十二面體及び名を知らざる他の二ケの多面體を製したるを記せり、十五歳のとき楕圓曲線論一篇を「エヂンボロー」官立公會に寄送し、千八百四十七年の春、叔母と共に「ニコル」三稜柱の發明家なる「ニコル」氏を訪ひ、歸りて自ら硝子と燐寸箱とを以て一ケの分極器械を製したりと云ふ。

千八百四十七年「マックスウェル」は「エヂンボロー」大學に入り、在學中同府官立公會に寄送するに廻轉曲線及び彈性體の平均に關する論文を以てせり、氏は專ら數學、物理學、化學及び心理、倫理の學に心を傾け、千八百五十年「ケンブリッヂ」に赴き、「ピーター、ハウス」に入りしが、同年の末「ツリニチー」に轉學せり、氏の元來研究好きなる、往々自己が

氷の地質學上大勢力たるは、岩石の破孔中に存在する水分が、氷りて膨脹し其勢を以て之を破壞するによるなり。

○氣體の膨脹

以上述ぶる如く固液兩體の膨脹の狀は甚だ不規則にして、特に其凝集の狀態を變ずる際、例へば液體を熱して瓦斯に移らんとするの温度に達したる際の如きを以て甚だしとす、然るに氣體に於ては膨脹率の甚だ大なるのみならず、各種氣體皆殆ど之を等しくす、之れ他の兩體に於ては、熱の幾部分は分子の凝集力に抵抗する爲に用ゐらるゝものにして、氣體には凝集力殆ど之なきを以て、熱は盡く唯分子間の距離を大にすることをのみ働くを得ればなり。

氣體の膨脹率はマリオット氏の始めて測定せし所にして、各種氣體に通じて二百七十三分一卽ち〇、〇〇三六六五なりとす、故に零度の氣體を熱して二百七十三度に至れば、其容積は正に二倍なるべく、五百四十六度に至れば正に三倍となるの理なり、もし一定の容積卽ち或器中の氣體を熱するときは、容積に於て二倍三倍となるべきの温度は、壓力に於て二倍三倍ならしむべし、之に由て見れば氣體の容積は其温度並に壓力の二者に關せるものにして、其一を異にするも容積に增減あるの理なり。

胡桃を火中に投ずれば破裂し、木の響を發して燃ゆる等、皆其中に含む空氣の膨脹によるものなり。

○驗溫器（寒暖計）

驗温器は膨脹の理を應用して製せられ、温度を測るに用ゐらるゝものなり、其製法大略次の如し、先づ細長の硝子管を取り、其一端に空球を作り、他端は開口せしむ、之を火焰に熱すれば管中の空氣は膨脹して、其幾部分は開きたる端より逃れ去るべし、次に管を水銀に盛れる器中に倒まにさし入るゝときは、殘りし空氣は冷へて收縮し、水銀は大氣壓の爲に管中に入り、其幾分は球部に入るべし、再び管を熱して水銀を沸騰せしむれば、管内全部水銀の蒸氣を以て充たさるゝに至るべく、然る後之を又水銀中にさし込めば、管中には水銀は從て登り管を充たすべし、而して管の未だ冷却せざる間に、開端を融かして之を塞ぐなり。

此に於て管冷却する時を待ちて、之れを解けかゝれる氷を容れたる箱中にさし入るれば、水銀は漸く下る可し、其降下を止めたる點を記して氷點と稱す、次に之れを沸騰せる湯に入るれば、水銀は大に上昇する可く、其止まる所を記して之を沸騰點と名づく。

生活の狀態にまでも及び、夕に眠り夜半に起きて勉強するの可否を實驗したりしが、父の諫むる所となりて中止せしと云ふ、氏の一友人の書面中に此時のことを記したるものあり曰く、午前二時より二時半頃まで「マックスウェル」は上の廊下を走り、階段を下りて下の廊下を走り、又上り、又下り運動するを以て終に其路筋の室々にては、皆目を覺まし、長鞭や刷毛等を以て戸背に隱し、氏來らば一擊を加へんと待ちかまへ居れり云々、然れども氏の快活、頓才、博學及び一點の利已心なきこと等は、此等折々の妙癖あるに關せず、一般同輩の愛敬する所となれり、現に一友人の書面中に曰く、「ツリニチー」に於て一度氏を知れるものは何人を問はず、氏より一度は必ず何事かに付て忘るゝ能はざる親切を受け、之に由て氏の善人たるを想起せざるものなし、氏は實に最良の意味に於ける善人なりと、猶同人が千八百五十四年、或集會の席にて氏に會したる後、其日記に錄して曰く、「マックスウェル」氏は例の如く、凡ての問題に付て輕妙の辯を弄やせり、余はかくの如き人を見たることなし、氏が話し得ざる、否よく話し得ざる問題は世になかるべく、且つ氏の言は常に奇にして人の意表に出つるもの多しと、氏の家庭教師たりし「ホブキンス」が氏を評したる言こそ面白けれ曰く、此人は學術の問題を考究して誤ること能はずと。

千八百五十四年、氏は「ケンブリッヂ」大學に於て學位を得たり、在學中研究の事業は多く後來電氣特に「ファラデー」の力線に關する論の基礎となれるものにして、學位を得たる後は、大學教科書とするの目的を以て、幾何光學の原稿整頓に力を用ゐしも、終に完成せざりき、千八百五十五年秋「ツリニチー」大學の校友に撰ばる、此頃氏は眼學器を製せり、校友たるの間氏は學校に於て講義するの外、「バルンウェル」の職工に教授したり、氏

氷點と沸騰點との間を百等分し、氷點を以て零度となしたるは攝氏の寒温器にして、華氏は之を百八十等分して、氷點を三十二度、從て沸騰點を二百十二度となし、列氏は氷點を零度として、沸騰點との間を八十等分したり、日常用る所は華氏驗温器にして、學術上には攝氏は揺氏のもの最も用ひらる。

三驗温器に於ける温度を比較せんとせば、零點沸騰點間の度數とに注意せば甚だ容易なる可し。

驗温器の製造に水銀を用ゆる以所は左の如し。

（一）水銀は硝子に比して、其膨脹率甚だ大にして、其昇降を著明ならしむる事。

（二）水銀の凝結點は攝氏零下四十度にして沸騰點は同氏の三百四十度なるを以て大抵の温度を計るに適する事。

（三）以上の區域中零下二十度より二百度に至る間は水銀の膨脹至て規則正しき事。

驗温器の製造に付ては、多くの注意を要す可き件あり、先つ管の内容凡ての部分に於て等しきを要するは勿論にして、水銀は極めて純粹なるものなる可く、且つ其度目を附するは、管の口を塞ぎたる後幾日を經て、大氣壓の管を壓迫する事なきに至るを待つ可し。

○他の驗温器

零下二十度以下の温度を計るには、「アルコール」驗温器を用ひ、又甚だ高き温度、例へば鐵の融解する温度等を計るには、「ポアレー」の驗温器などと稱するものあり、其他種々の器械ある中に、「シックス」氏の驗温器なるものあり、一晝夜間の最大最小の温度を知るを得る工夫にして、其構造はU字形の曲硝子管の、右方には「アルコール」液、左方には同液の蒸氣ありて、水銀を以て之を界す、各管中には更に、小管中に在て頭に毛線を有する鐵棒ありて、隨意の所に自ら支ふるを得せしむ、今温度上る時は「アルコール」液は膨脹して、水銀と共に氣體「アルコール」を押上げ、温度下れば氣體は膨脹して液體收縮す可し、而して鐵棒は一旦上りたる所に依然たるを以て、右方に於ては最抵の温度を示し、左方に於ては最高の温度を示す可きなり、此鐵棒は最初磁石棒を用ひて各液面に下げ置くものとす。

○膨脹の諸影響

吾人の周邊に存在する物質は、常に其温度を變ずるを以て或は膨脹し或は收縮す可し、之れを以て學術上用ゆる諸種の單位の如きは、皆其幾許の温度にある時の量を標準とす可きやを一定せざる可らず、又鐵橋を架し、諸種の器械を製造する等の際に於ても、此一事

の父は千八百五十年死せしが、間もなく氏は「アボルディーン」の「マリシャル」大學の物理學教授に任せられ、千八百六十年該大學が「キング」大學と合併するに至るまで此職を守れり、此四年間に氏の著述は頗る多く、就中力學獨樂の製造により、固體が其最大、最小、或は平均惰性率の軸による運動を說明したり。

氏は「アボルディーン」に留まるの間、毎夕職工を集めて力學の原理を講義したり、全體「アボルディーン」の氣風は「ケンブリッブ」或は「エヂンボロー」の如くに、氏の性質に適合せるものにあらざる如く、同輩と雖も氏の心事を識るものなかりき、或時氏の書面に曰く、華奢の風は此處にも始まりつゝあり、如何なる滑稽も此地にては了解するものなく、余は殆ど二ヶ月間一度も之を口にしたることなし、もし胸中に湧き來れば、余は舌を噛んで之を止むるなりと、然れども人事亦光明の側あり、氏は同輩の解する所とならざりしも、長く親近の友なきにあらざりき、千八百五十八年「カザリン、メーリー」嬢と結婚の約をなし、翌年六月其式を擧げたり、夫妻の交膠膠も啻ならず、人の羨む所なりしと云ふ。

千八百六十年、氏は「ロンドン」なる「キング」大學の物理學の講座を擔任し、五年間其職を守れり、千八百六十一年、官立學會に於て「三單色に就て」と云ふ題にて第一回の講義をなしたり、此講義は色獨樂、色箱等と共に氏の研究の結果を多く含有せるものなり、「キング」大學に在職中、英國協會の電氣標準委員に擧げられ、大に實驗する所あり、該大學を辭するの後は、多く「グレンレール」の故家に在りて其著電氣及磁氣幷に「熱の理」を完成せり、何れも今日比類なきの名著なりとす、千八百七十一年「ケンブリッヂ」大學實驗物理學の講座を擔任し、自ら諸大學を巡見し參照の末、洪大なる規摸の實驗室を建設し、一身の所有に係る器械類を算入せざれば、結果の宜しきを得べからず。

又時計をして正確に時間を示さしめんとせば、其振子をして寒熱に逢ふも其長さを變せず、常に一定ならしめざる可らず、之れが爲めには、振子は銅鐵と眞鍮を一つ置きなる九本の棒の匝より成り鋼鐵棒は上部に固繫せられ下方に膨脹し、眞鍮棒は底部に固着し上方に膨脹す、今眞鍮の膨脹率と鋼鐵の膨脹率とは、百の六十一に於ける比なるを以て、鋼鐵棒の長さ眞鍮棒の六十一分の百、卽ち一倍半强にある時は、兩者の膨脹相平均し、振子は常に同長なるを得可きなり。

○凝集狀態の變化

之れ熱の第二の作用にして四種の別あり。

(一)固體より液體に變ずるを融解といひ、

(二)液體より固體に變ずるを凝固といひ、

(三)液體より氣體に變ずるを蒸發といひ、

(四)氣體より液體に變ずるを凝結といふ、

(一)融解

氷或は蠟の如く速かなるものあり、鐵或は石の如く甚だ難きものあり、各其性質によりて異なりと雖も、皆熱の爲めに融解し、其容積を增加す可し、但し氷及び其他の結晶體は、融解して却て其容積を減ず可きは、既に述べたるの理に由て明なりとす、又融解の遲速は其物體の受くる壓力の大小に關するものにして、壓力は分子の凝集力を强むるを以て、其大なる程熱の多量を要するの理なり、然れども氷等の場合に於ては、之れ又反對に出で、壓力大なれば液化することも速かなりとす。

物體の溶解し始むるや、一定の温度に達し、其溶解し終る迄は同一の温度に止まる可し、之れ其後の熱は全く、物體を溶かす機械的の働に用ひらるゝを以てなり、此温度を溶解點と云ひ、融解に要する熱の量を融解熱と云ふ、融解點の最高なるものを「イリディオム」となし、白金之に次ぐ、合金類は大概低きを常とす。

融解熱を計るに「ギャロリー」なる單位を用ゆ、一「キログラム」の水を攝氏一度丈け温むるに要する熱量なり、今一「キログラム」の氷に(温度零度)攝氏八十度の水の同量を注ぎ混ずる時は、零度の水に「キログラム」を得可し、卽ち八十度の温度は氷を解かす爲めに用ゐられたるものにして、之を稱して氷の融解點は八十「キャロリー」なりと云ふなり。

此の如く固體の液化するや、相當の熱を要するを以て、若し外より

を盡くるに寄附せり、氏の就任の際なしたる演說は、苟も科學に志すもの、一讀すべきものなれば、左に其梗概を拔萃すべし。

「科學は種々の假面を被りて吾人に顯はる、科學は教場にあるのみならず、又物理的現象を見るは、單に電光を幕に映ずるの手段に限らず、遊戲、體操、旅行、風波、凡そ物質の運動ある所に、科學の最高法則の說明を見得べし、物質活動の無限の變化中より其法則を識別するの習慣は、自然の品位に關する吾人の感覺を墮落せしむるものにあらず、又其美を樂むの心を損することなし、否却て吾人の科學的思想を、稍もすれば恣に輕信せんとする空漠なる狀態より救濟し、之を吾人の確信する法則中適當なる位置に置くものなり。

「說明的實驗は種々あり、或は通常生活の最通俗なる動作を採用せるあり、或は單に特種の條件の許に起る現象を注意して整列したるに過ぎざるものありと雖も、其目的の、學生をして之に由て或る適宜の科學思想を聯想せしむるにあることは同一なりとす、學生が此思想を取得するや、之を說明せる實驗は成効せりと云ふべし。

「然るに研究的實驗に於ては、右は主要の目的にはあらず、此種の實驗即ち或計算を含有する實驗は、物理實驗室の事業にして、各實驗に於て吾人は先づ現象を熟知するを要す、然れども吾人は之に止まらずして其何れの狀が計算に便なるや、如何なる計算が現象の類別をなす爲に要せらるゝやを考へざるべからず、次に此等の計算を行ひ之に由りて、所要の結果を推論するなり、近世實驗の特性即ち其重に計算より成ることは頗る重要なるものにして、數年間に重なる物學上の常數は凡て漸近の値を見出だされるべく、後來科學者の事業は常に此等の計算を零位以下異なれる點まで見出すにあるべし

一　凝固

熱を與へざる時は、相接する物體の温度を低下せしむべし、例へば水中に食鹽を投ずれば水は冷却す可く、若し水に代ふるに氷を以てすれば著しく温度を低下す可し、之れ所謂寒劑の製法にして「アイスクリーム」の食鹽と氷とを速かに混じて、得たる温度を取りて定めたるものにして、恰も攝氏の零下十七度奇零七に當れり。

（二）凝固

固體の液體となるや熱を要し、且つ之を吸收して外に顯さゞる事前述の如し、故に液體の凝固するに當ては、之れに等しき熱を發散す可く、且つ其凝固點なるものは、所謂融解點に等しかる可きなり、然れ共例の水に於ては、其凝固點即ち零度以下に冷却するも、若し之れを動かす事なくんば、氷らずして依然たるを得可く、固形物を投ずるか、或は之れを動かすによりて、始めて其部分氷り、同時に温度を計れば零度に上りたるを見るべし、之れ其一部分の氷るか爲めに熱を發散したるに由るなり。

溶液は概して凝固點、水よりも低し、海水の如きは零以下二度餘に於て氷るを得可し、溶液の結晶するや其特質は、其成分を含まざるにあり、洵上の氷塊を解かし見るに、純粹の水にあらざるは、結晶の際器械的に鹽分が閉ぢ込められたるに由るなり。

爰に奇なる事實あり、今しも將に解けなむとする二ケの氷塊の、滑かなる表面を相接する時は、直ちに一體となりて氷るを見る可し、有名なる化學者「ファラデー」氏の最初に注目したる所にして、「フォルブス」氏は此を說明して、解けつゝある氷塊の中央部は、其表面に比して稍々寒冷なるに由るとなせり、卽ち兩氷塊の間にある水の薄層は、中央部の冷氣に由て冷却せられ氷るに至るものなり。

（三）蒸發

液體は温度の高低に關せず、絕へず其表面より蒸發するものにして、其上の空氣が一定の蒸氣を以て充たさるゝに至て止む、大氣の濕氣を有する、又は雲を作るは、皆此蒸發に基くものにして、空氣の乾燥せる程、又は風等の鼓動あるほど蒸發速かなるべし、靜止せる空氣は直ちに蒸氣の濕氣を以て充たさる可ければなり、而して蒸發の際熱は粘着力を打破するに用ゐらるゝを以て寒冷を生ずべし、揮發油を掌上に滴らせば冷かに感じ、夕立が夏の夕を涼しくする等、皆此理によれり。

液體を熱することを一定の度に至れば、其内部より蒸發し始むべし、之を沸騰と云ひ、其時の温度を其液體の沸騰點と云ふ、此程度以後に

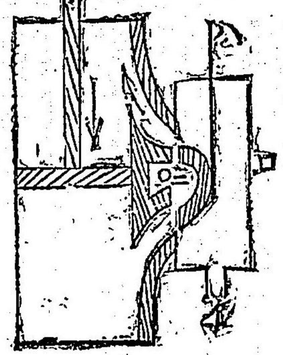
は幾許の熱を與ふるも、温度を上昇することなく盡く蒸發の働に用ゐらる、沸騰點は液體の性質に由て異なり、今通常氣壓の下に於ける重なる液の沸騰點を見るに、最も低度なるはエーテル液にして殆ど攝氏の三十五度、最も高きは水銀にして同三百五十度なり。

同一液體に在ても、壓力の大小に由て沸騰點を異にす、卽ち壓力小なれば低温度にて沸騰すべし、排氣器の實驗例を見るも明かなりとす、又高山の巓に於ては、大氣壓小なるを以て水の容易に沸騰することを旅人の屢實見する所なり、今此を試驗せんとせば、一箇のフラスコに水を盛り、口を栓にて閉ぢ沸騰點に近く熱すべし、然るときは水の上面は蒸氣を以て充たさるべし、次に冷水をフラスコの外部に注ぐに、蒸氣の一部凝結して水となり、爲に水面の壓力を減ずるを以て沸騰點迄熱せざりし水の俄かに沸騰するを見るべし、壓力の減少に從て水の沸騰點の低下する狀を見るに、氣壓通常の半となれば八十二度、四分一となれば六十五度となり、四、六ミリメートルとなれば零度に於て沸騰すべしと云ふ。

○蒸氣機關

水蒸氣は强大なる張力を有するものなり、此張力を利用して蒸氣機關を造る、今其原理を窺ふに足るべき部分の略圖（縱斷面）を掲げて簡單なる說明をなさん、（イ）は蒸氣鑵に接續して蒸氣を導き、（ロ）室には（ハ）なる瓣有て上下するを得、もし瓣の下ること上圖の如くなれば、蒸氣は上部より矢の方向に入りて左方の圓筒內に入り、ピストンを押下げ圓筒下部の蒸氣を（ニ）より來りてピストンを押上げ上部の蒸氣は同じく（ニ）より出去るべし、此ピストンの運動が凡て巨大なる働きの源となるなり、（ハ）なる瓣の上下は機關自ら感得する所にして、其柄は左圖の如く、（ホ）なる圓盤の周圍に輪を附着せるものに繫がれ、圓盤は中心（ト）にあらざる他の點（ヘ）を貫通する軸に由て廻轉せらるゝを以て、（ホ）なる中心は（ヘ）ホの距離を半徑とする圓を畫くべく、同時に（ハ）は上下に運動すべし。

第十二圖



第十三圖

蒸氣鑵は重厚なる鐵板或は銅板を以て製し、蒸氣の張力に堪へしむ、其形は種々なれども概して圓筒形なり、之れ其最も堅固なるによる、然れども蒸氣の張力非常に大になるときは、往々鑵を破裂するの勢あるを以て、之を防ぐ爲に其上部に安全瓣なるものを固定し、

なり、千八百七十八年上院副議長の需に應じて、同院に於て一場の演說を試みたり、題は其頃一般の注意を引ける電話機なりしが、之れ氏の公衆に向て講義するの終なりき、氏の「ケンブリッヂ」に教授たる頃「グレンレール」に於ける氏の建物の一が電光に打れて倒れたることありしが、氏は之に由て花岡石等の不導體基礎の上に立てたる建築物を電光より保護するの法を發明せりと云ふ。

氏は千八百七十九年十一月五日、少しく病むの後沒せり、氏の智力幷に記憶力は死に至るまで完全に、諧謔を好むの念亦滅ずることなかりき、病牀にある間と雖も屢讀美歌を愛誦し、最も氣確かに最も平和に瞑せりと云ふ。

氏の光學上の研究は、色の理等を始とし立體鏡の製造、粘着性液による重屈折の研究等頗る多しと雖も、之れ氏に取りては副產物にして、氏の本領は電氣學及び分子的物理學にありとす、然れども其詳

其の說は一般の信ずる所となれり。

「然れども吾人はかくの如くして造物の無量の富、或は此等の富を絕へず吸收する新智識に付て考ふるの權を有せず、科學の歷史は、其久しく行はれたる量の數的計算の精確を得るに熱心なりし間の進歩と共に、從來の開拓者の粗畧なる方法により滿足せんには、終に不知に了るべき新領地征服の爲に材料を集めつゝあるなり」。

氏の「電氣及磁氣」は千八百七十三年出版せられ、其後間もなく「ガヴェンディッシュ」が電氣學の手記を得、數年の間閑時間を此研究に數し其實驗を自ら反覆したり、氏の著「ヘンリー、カヴェンディッシュの電氣學研究に付て」と題するもの、序論及び註は、如何に氏が彼の書を研究するに勞せしかを示して餘あり、此書は氏の歿する數週前に出版せられたり、他に氏の著述にして最も敎科用に適するものは「物質及び運動」と稱する小冊子

細は爰に逃ぶるを得ざるを憾むのみ。

○ジョン、チンダル氏

氏は千八百二十年九月二十一日英國「カルロー」郡「レーリンブリッヂ」に生る、砲射測量に雇はれ三年の間鐵道技師たり、千八百四十七年「クイーン、ウード」中學の物理學講師となり、翌年「マルグブルグ」に於て物理學及び化學を學べり、千八百五十三年には既に官立公會の會員として官立學會の教授に任せられ、千八百五十六年教授「ハックスレー」と共に「アルプス」山に登り氷河の研究に從事せり、千八百五十九年發射に就て研究を始め、晩年の問題は音響學上空氣の性質なりき、千八百七十四年「ベルファスト」に於ける英國協會の會頭として演說を試みしが、之が爲に唯物論者なりとの評を受けたり、氏は數年間通商局及び燈臺課の科學顧問なりしが、千八百八十三年大抵其職を辭せり、千八百九十三年（卽ち今より六年前）十二月四日歿す。

氏の著書の有名なるものは甚だ多し、「運動の一樣としての熱」「アルプスの氷河」及び「空中の浮遊體」等は甚最なるものなり。

○トマス、アルヴァ、エヂソン氏

氏は千八百四十七年二月十一日「オハイオ」州「ミラン」に生る、十二歲の時鐵道の新聞賣子となり化學の實驗を始め、又鐵道幹線內にて新聞紙を賣るの特權を得て、活版の古物を買求め幹線新報と稱する新紙を發刊せり、之れを滊車にて發刊せられたる新聞紙の嚆矢とす、此間氏は或驛長に就きて電信技術を學びしが、後自動「レピーター」を發明し之に由て一線より他線に通信するに當り技師の取次ぐを要せざらしめたり、氏の「デユープレー」電信組織は氏が「ボストン」の電信技手たりし間に完成せられたるものにして、

必要に應して蒸氣の幾分を逃れ去らしむるなり。

○蒸溜器

化學上に於て、液體中の雜物を去る爲に蒸溜法なるものあり、其法、液を入れたる器を熱し、其蒸氣をして螺旋形の管を通過せしむ、而して此管は冷水を盛れる器中にあるものなるを以て、蒸氣は通過の際冷却して液化し流出すべし、雜物は原器下に殘留するを以て、純粹なる液を得べきなり、管を圍む水を常に冷却せしむる爲に、絕へず冷水を注ぐの裝置をなす、然るときは既に温りたる水は、輕きを以て上部の孔口より逃れ去るべし。

○ライデンフロスト現象

楕圓狀態或はライデンフロスト現象と稱するものあり、鐵板を赤熱し數滴の水を注ぐときは、鐵板の表面に附着せずして諸方に徘徊し、又沸騰することなかるべし、之れ水滴と鐵板を相接するの處に蒸氣の層を出來し、固體の或ものは、液化することなくして直ちに蒸發するものなきによるならん。

夫れ熱を施せば固體は先づ液化し、次に氣化するは自然の順序なれども、固形炭酸は其一例にして、雪の如きも又其融解點以下の温度に於て徐々蒸發するを見るなり。

（四）凝結

氣體が液化するの謂にして、液體が温度の大にして壓力の小なる程素等を液化し得てより、現今に於ては、凡ての氣體液化せざるものなしとの說に歸着したり、但し之が爲には必ず先つ一定の温度に冷却し、然る後強大なる壓力を加ふべくして、單に壓力のみを强むるも此一定の温度に低下せざれば不可なりとす、蓋し古人の失敗は此點に存し、徒らに壓力のみに由て其目的を達せんとしたるなるべし。

○大氣中の濕氣

大氣は絕へず蒸發する所の水蒸氣を含有すること前述の如し、而して大氣の温度大なるに從ひ、其水蒸氣を含有すること又大なるを得べし、從て其濕度大なるべし、然れども之れ大氣の絕體濕度なるものにして、其量もし其温度に於ける大氣の含有し得べき水蒸氣の量

て、千八百七十一年又印刷電信機を發明し、之が爲に「ニューヨルク」(ニュー、ジルシー」州)に工場を設立し、五年を越えて同州「メロン」公園に移轉せり、氏の發明力は現今其頂上に達し、今日に至るまで電信(兩式あり)、メガフォーン、誓音器、電光の種々の採用、「キネトスコープ」、及び冶金術等に關して專賣特許を得たるもの五十種に上れりと云ふ、氏は名譽步兵聯隊の一將校なり、

○蒸氣機關の發明及び改良

(ジエームス、ワット氏の傳)

近代のあらゆる發明及び改良中最も社會に功勞あるものを求むれば、蒸氣を器械的動力に使用するの發明は其一なるべし、始めて之を廣く實用に供するの途を講じたるものを「ジエームス、ワット」氏なりとす、夫れ現時電氣と竝び立て覇を爭ふの動力たる蒸氣なるものも、二世紀前までは學者の研究する所とならず、古人の

に比して甚だ小なるときは、所謂比較濕度は小なりと云ふべし、夏日室氣の濕度甚だ高きを以て、比較濕度の小なるに至り、爲に吾人の大氣の温度は小なるときは、所謂比較濕度は小なりと云ふべし、夏身體より之に向て蒸發を促すによるなり。

冬日窓の硝子板に露滴の垂るゝを見るは、窓の內外相接する所冷却するにより、室內より蒸發するもの最早水蒸氣として存在するの餘力なきによるなり、大氣中に在て重に水蒸氣の凝結を助くるものは、微細なる塵埃にして、水蒸氣を其周圍に附着せしむるなり。

第二節　熱の傳導及發射

○良導體及び不良導體

吾人は手を物體に觸れて、或は暖なり或は冷なりと云ふ、然れども之を以て物體の温度を測る能はず、今同一温度の鐵片と綿とありとせんに、吾人は綿よりも鐵片を遙かに冷かに感ずべし、之れ鐵は綿に比して、甚だしく吾人の體熱を奪去るに由るなり、かく熱の物體分子間に傳はり行く現象を稱して、熱の傳導と云ふ、卽ち鐵片は綿よりもよく熱を傳導するものなり、概して金屬類は傳導速なるを以て、良導體の名あり、かのデビーの安全燈なるものを見るに、銅の網はよ

之を應用せるものを求むるに、僅かに「エオラス」球と稱するものあり、金屬の空球にして、其長き頸部の端は頗る小なる孔口に終るものなり、此球に水を充たし火上に置くときは熱せらるゝに從て蒸氣を生じ、强大なる力を以て狹口より噴出すべし、通常の鐵瓶は實に一種の「エオラス」球なり、古人が此道具を使用せし唯一の目的は、狹口より噴出する蒸氣流を應用して、例へば風車の翼を推さしめ、或は直接空氣に作用せしめて其方向に反對なる運動を生ぜしむるにありき、然れどもかくの如き方法を以て、蒸氣を實用の目的に供するはなし能はざる所なり、何となれば蒸氣の存在は全く多量の熱の存在によるものにして、空氣の如き寒冷なるものに接するや直ちに凝結して水に復し其張力を失へばなり、故に蒸氣を用ゐて多大の効果を收めんとするの道は、之を閉塞せる器內に於て作用せしむるにあり、始めて此事を記したるものを佛國

く火焰を押へて熱を奪去るに由て、礦坑內に在て決して瓦斯に點火するの憂なからしむ、金屬中にても、最も傳導力の大なるを銀とし、銅之に次き鐵は小なりとす。

温まりて冷なる部分と交代するが故なり、もし器の上部より熱するときは、決して速に暖まらざるべし、例へば硝子管に水と氷を容れ、管の上部卽ち水を熱するも、沈める氷は急に解くることなかるべし。

液體は概して不良導體なりとす、綿入の如きは、綿の不良導なる氣體も又概して不良導體なりとす、綿入の如きは、體温を奪去ること甚だしく少なきなり、其間に多量の空氣を含むを以て、寒國に於ける家屋の建方を見るに、室の壁を二重にし以て其間に空氣の滿つるを得せしむ、室內の暖氣を保護するなり、暖國に於ても同じく此法によつて、外熱の室內に入るを防ぐと云ふ。」

良導體の温度吾人の體温より低きときは、同温度の不良導體より著しく冷に感ずべし、之れ前に述べし如く、良導體は體温を奪ふことに多ければなり、若し吾人の體温より高きときは、同じく良導體を著しく暑く感ずべし、此場合に於ては、良導體が吾人に熱を傳ふること

の工學者「ソロモン、ヅ、カウ」氏とす、十七世紀初年の人なり、氏は千六百十二年英國に渡り居ること數年、千六百二十三年巴里に於て動力に關せる一書を著はし、其中に水を閉塞せる銅器中にて充分に熱するときは、之に由て生ずる蒸氣は終に銅器を破裂せしむるに至るべきことを記し、又氏の所謂火に因て水を擧ぐるの法を述べたり、卽ち水を盛れる器中に鄒直管を挿入して殆んど底に達せしめ、下より熱するときは水は管中に上るべしと云へり、此場合に於て動力たるものは、熱の爲に水の一部より生ぜる蒸氣にして、其張力を水の他部分に作用し以て、管中に昇らしむるものなり、水の供給は器壁の階管に由て保續せらるゝものとす。

「ヅ、カウ」の著述出版後四十年にして「ヴォルセスター」侯爵の「發明の世紀」出でたりしが、該書に載せたる百箇の新發明中、第六十八は卽ち火に由て水を擧ぐる最巧の法と稱するものなり、侯が裝置の大なるによるなり、一例を擧げんに、攝氏百度の空氣中には、數分間は無難に立ち得べしと雖も、同温度の水に入らば忽ち燒傷を蒙るべきなり、何となれば空氣は水に比して更に不良導體なればなり。

○熱の發射

物體は如何なる温度にあるものと雖も、皆非常に大なる速度を以て、相應の熱を發射するものにして、物體此熱線を吸收すれば自ら温まるなり、よく之を通過し去るものは決して温まることなし、氷を凸面レンズ形に切り、日光を通過せしむるに少しも温まらざるが如し、凡て表面粗雜にして黑色を帶ぶるものは、よく熱を吸收するの性あり、錫の如きを然りとす、太陽する發射する熱の地球表面に達するものは、其四分の三にして、他は皆空氣の吸收する所なり、但し空氣を組成する酸素、窒素は、熱を吸收せず卽ち透熱體にして、之を少かるべし、故に高山に登れば、太陽の光は甚だ暑く感ずべしと雖も、空氣の温度を計るに、（樹蔭等にて）却て低しと云ふ。

熱線は反射及び屈折に由て進行するものなり、其法則は光線と同樣なるを以て爰に略す、宜しく後章を參照すべし。

第三節　比熱及潛熱

○比熱

今一磅の水を一定の温度に熱するに要する熱量と、或一定の温度に熱するに要する熱量とを比較するに、從て之を冷却せしむる爲にも水は又二倍の時間を要すべし、卽ち兩者を同温度に熱する爲に、水は二倍の熱を要するなり、凡て物質は同樣なる其性質に由て、一定の温度に達するに要する所の熱量を異にするものにして、其一キログラムを攝氏一度熱するに要する熱量を稱して、其物質の比熱と云ふ、通常水の場合を以て其單位とするにより、各物體の比熱は皆キヤロリーの數を以て表はすを得べし、例へば或物質の比熱は二分一なりと云ふときは、此物質の一キログラムを攝氏一度熱するに要する熱量は、水の場合の半にて足るなり。

○比熱の測法

比熱を測る法の簡單なるものは混合の法なり、今比熱を求めんと欲する物質の或一定量を、或温度に熱して之を氷點の水の、同しく重量を知れるものに混ずれば、其結果、温度は元の兩温度の間にあるも

の漠然たる説明により判ずるに、「ヅ、カウ」の法と伺樣なる構造に出てたるが如し、然れども其結果は前著者に比して稍精密なるを見る、曰く、余は水が噴水の如く四十呎も高く昇るを見たり、一器の水を火に由て稀薄にすれば、其力は四十器の冷水を動かすに足ると、もし侯が暗指せる如く大砲を瀛鑵に使用せしとせば、該實驗は頗る大規摸のものなりしなるべし、之れ前記佛國工學者の著述あるにも關せず、侯が一般に、始めて蒸瀛機關を製造せし人なりと信せらるゝの無理ならざる所以なり。

之より殆んど二十年の後、卽ち千六百八十三年「サー、サミユエル、モーランド」（英人）は一書を佛王に呈したり、該書中には就中蒸氣を動力とするの法を述べ、之れ氏が自ら先年發明せる所なりと公言せり、此著の原稿は現に英國博物館に存せり、然れども該著が（原文佛語）千六百八十五年巴里に於て出版せらるゝや、

著者が蒸氣機關に關する一節を脫稿したるは注意すべきことなりとす、「サー、サミユエル、モーランド」の發明は、氏の原稿文に就て見るに單に先人卽ち「ヅ、カウ」及び「ウォルセスター」侯の發明を踏襲せるものなり、然れども氏の著書の珍奇なるは、水が天然の狀態にあるときと、蒸氣の有樣にあるときとに占有する空處の著大なる差異を、數を以て表はしたるにあり、氏の言によれば蒸氣となれるとき水は、天然の狀にあるときの殆んど二千倍にして、實に通常の大氣壓に於ける蒸氣膨脹力の正鵠なる計算に遠からずとす、蓋し一氣壓に於ては水の一容量は蒸氣の千七百容量を生ずればなり。

蒸氣機關の歷史に於て次に來るべき人物は「デニ、ペピン」なり、氏は佛國の人なりと雖ども、生涯の大半は英國に住し、其主要なる氣體學の實驗を行へり、夫れ此時代に至るまで蒸氣は直接に水の表面に應用せられ、其壓に由て噴出狀に水を擧ぐるの外なかりしが、新發見力使用の唯一目的なりし、瀑布より凸出せる管卽ち圓筒內に「ピストン」を工夫したるは「ペピン」を以て嚆矢とす、此工夫は通常の吸上「ポンプ」の主要部たるものにして人の知る如く、單に管或は縱孔に密合せる木片にして、自由に上下し然も管との間に或他物の交通を許さゞるものなり、此木片には一般に棒を固着し、又孔を穿ちて瓣を以て之を掩ふものあり、瓣は所要の目的に從て上或は下に開くものとす、「ペピン」時代より前既に、圓筒內に運動する「ピストン」棒に附着せる柄の端に重量を懸垂して之を擧ぐるの法を案出せるものあり、其爲に要する「ピストン」の下降は其下部の空氣を或方法にて驅逐したる後、其上部なる空氣の壓力を以てせんとしたりき、「オット、ゲリケ」はかくの如き裝置に於て圓筒の下部を空虛にするに排氣器によるを例とせり、「ペピン」は謂らく、此目的を達するには尙迅速にして勞

れば、純水よりも大なる比熱を有するものを得べしと云ふ。

○潛熱

前節に述べし如く、液體は沸騰點に達すれば餘分の熱を與ふるも、温度を上昇することなくして、盡く之を蒸發の作用に用ゆべし、又零度以下の氷を熱するに、零度に至り融解し始め、氷の存する間は温度を增すことなかるべし、之れ餘分の熱は氷を解かす働に用ゐらるればなり、かく外面に顯はれず卽ち寒暖計に感ずることなくして、物體に吸收せらるゝ所の熱を稱して、潛熱と云ふ、故に零度の氷と蒸發の潛熱とは融解の潛熱とに等しく、百度の蒸氣は、百度の水と零度の氷とに等しと言ふを得べきなり。

水は、零度の潛熱を有するものにして、氷を融解するに多くの物體中水は最大なる潛熱を有するものにして、瓦斯體には同重量の他物質を融解するよりも多くの熱を要すべし、瓦斯體中にて最大の潛熱を有するものは水蒸氣にして、沸騰せる水を蒸發せしむるには、同重量の他物質を蒸發せしむるよりも大なる熱を要すべし、池水等の表面のみ氷りて然も速に氷り能はざるものは、其潛熱を遊離すること多きに由るなり、水蒸氣潛熱の大なるとは、又地球上の水を速に蒸發して、甚だ乾燥になるを防ぎ、或は大氣中の水蒸氣をして速に沈澱して、激烈なる降雨を來たすことなか

し、之を計れば水の得たる熱量を知るを得、卽ち今訂りたる温度に、水の重量を乘せるもの之なり、而して物質の失ひたる熱量、卽ち結果物の温度と其物質の重量と、尙之より求めんと欲する比熱を乘じたる積は、水の得たる熱量に等しからざるを得ざるの關係により、容易に其比熱を知るべきなり。

又冷却法と稱する他の法あり、二個の物質を同樣の方法にて冷却するに、比熱の小なるもの最速に冷却すべき理なれば、其冷却の遲速は、以て兩者比熱を比較するの手段となすを得べきなり。

○三體の比熱

三體の中一般に、液體は固體よりも大なる比熱を有し、同一物質も其固體及び氣體の狀にあるときよりも、液體の狀にあるときを以て比熱最も大なりとす、固體中硝子は稍大なる比熱を有す、卽ち〇、一八なり、之に次くものを鐵となす、水の比熱は固體卽ち氷の狀にありては二分一强にして、瓦斯體に變すれば二分一弱となる、完全なる瓦斯に在ては、一定重量の比熱は、其温度及び密度に關せず一定なりとす、然れども水に混するに二割のアルコールを以てす

少き便法あるべしと、氏は先つ圓筒の底部に於て少量の火藥を破裂せしめて所要の眞空を得んとせり、卽ち此破裂に由て生ずる瞬時の焰は空氣をして「ピストン」の上開瓣を開きて逃れ去らしむべく、焰の働止むや瓣は直に閉ぢて空氣の再侵入を妨ぐべしとなせり、然れども氏は此法に由て完全なる眞空を生ずる能はざりしかば、更に千六百九十年頃蒸氣を以て之を達するの法を案出せり、蒸氣は「ヅ、カウ」の既に述べたる如く、寒冷に逢へば凝結して水に復するものなるが、此時に至るまで蒸氣の此性質より生ずる重要なる利便に氣付きたるものなきが如し、「ペピン」は始て其擧上器械に於て此理を利用して所要の眞空を得たり、氏は圓筒の底に少量の水を導き、之を下より熱し沸騰せしめしに、蒸氣は强大なる膨脹に由て最初水面に接せる「ピストン」を、其他方よりの大氣壓に關せず著しき高さに擧げたり、是に於て氏は火を除去せしに蒸氣は凝結して再び水となり、其容量は前の千七百分一となりしを以て眞空を生じ、「ピストン」は其重力及び大氣壓に由て下降せり。

かくの如くして「ペピン」の工夫せる器械は機構の附屬部に於て多くの缺點を有し、改良を加ふるにあらずんば著大の効用をなし難きものなりしと雖ども、然も之に由て頗る重要なる二ケの新原理を證明するを得たるものにして、此原理は蒸氣力應用の途次從來考究せられざりしものなり、第一は蒸氣動力を其直接に作用するに不便なる物體に「ピストン」を棒として通達せしめたることにして、第二は動力をば單に蒸氣の膨脹によらずして、他の等しく有要なる性質、卽ち其塞に逢ふて凝結することより得ることとなり、然るに「ペピン」は其後「ピストン」弁に凝結法を捨て、蒸氣をして其膨脹力を直接に水に作用せしめ之を擧ぐるの舊計畫に復歸したるは寧ろ奇と云はざるべからずらしむるなり。

第四節　熱源

熱の重なる源は太陽、化合作用、器械的作業及び電氣なりとす、夫れ熱は分子の運動に由て起る活力の一種にして、光、磁氣、電氣及び化合力等は、其性質の異なるのみ、凡て此等は互に相變移し得るものなり、恰も物質の不滅なるが如く、力も又時々其性質を異にするものに變移すと雖も、其一部分をも失ふものにあらず、宇宙に存在する力の全量は終始增減なきものとす。

(一)　太陽

太陽は地球上の熱と光の大源淵にして、其表面に於ける原子の甚だ速なる震動が、エーテル(假想的の物質にして宇宙間に限なく散在し光熱等の傳達中間物をせらる)に傳はり、其波動が巨大の距離を旅行し、吾人の目に達しては光の感覺を與へ、種々の物體に當ては其原子の一層速なる震動、卽ち熱を惹起せしむるなり、然らば太陽の熱の原因は如何、之れ今日星學上の問題に屬するものなるが、ヘルムホルツ氏等の說によれば、元我太陽系なるものは、蒸氣體をなして散在したるものなりしが、引力の爲に各群をなして集まりたるものにして、後段說く所の如く、其器械的大作業は非常の熱を生じたれば、其當時は赤熱の體なりしならんも、時の經過に由て漸く其熱を失し、太陽を除き多くの遊星は、今日其表面盡く冷却し了り、亦光を放つことなきも、其內部は尙熱火の狀態にありて、絕へず自ら收縮するものなり、太陽の熱は卽ち此收縮によるものにして、同氏の計算によれば、太陽容積其一萬分一を收縮すれば、之に由て生ずる熱は、今日我地球に達するものにすれば、二千年間繼續するを得べしと云ふ。

然るにマイエル氏の說は之に異り、太陽の熱は其近邊に散在する無數の小遊星が、引力の爲に太陽表面に落下するの際、衝突に由て起るものなりとせり、兩說の可否容易に知り難しと雖も、前の說が今日最も勢力あるものゝ如し。

○地下熱

地球は各部一樣に太陽の熱を受くること能はず、直下に照らさるゝ所は、斜に照らさるゝ所よりも多く熱を吸收するなり、一日の中正午の頃最も暖きも此理によれり、凡て地球上產物の種々相異なるは、太陽の熱を受くることの多小に關するものにして、熱帶地方の樹木鬱蒼たる、兩極地方の全く植物を見ざる等皆之なり。

らず、而して氏が果して實際此等の構造の何れかに付て働器關を製せしやは疑問に屬す、實に蒸氣機關の改良は氏の實驗の主要の目的と云ふべからずして、氏の實驗が偶ゝ機關改良の爲に與ふる所大なりしのみ、現に既に述べたる如く、氏が蒸氣力に倚賴するに至りしも、元來は蒸氣應用には何の關係もなくして工夫せられたる器械を完成せんが爲なりき、即ち氏の目論見し動力は大氣壓之にして、蒸氣をば單に大氣壓をして働くを得せしめんが爲に用ゐしなり、然れども新動力のかゝる枝葉的應用にも關せず、氏は幸にも其最有益なる能力の一部の秘奥を發見し、之を後人に遺すに至りしなり。

爰に序に同じく「ペピン」の發明に係り、蒸氣機關に不可缺る他の精巧なる工夫を述ぶべし、即ち安全瓣なるものにして、單に瀦鑵に於て孔を塞ぐ所の蓋即ち塞子に外ならず、其作用は一定の點まで蒸氣の膨脹力に抵抗し、同時に又閉鎖せられたる部分を放出し、自由に逃れ去らしめ以て其非常なる力を得て瀦鑵を破裂することなからしむるなり、然りと雖ども安全瓣を蒸氣機關に用ゐしは「ペピン」は勿論、氏の死後數年間は之なかりしものなり、氏は唯之を氏の熬鑊なる裝置、即ち料理或は化學實驗等の爲に、頗る密集せる蒸氣を用ゐて强大なる熱を生ずるの仕掛に用ゐたりしのみ。

吾人は今千六百九十八年「キヤプテン、セヴァリー」の發明に係る機關を述ぶるの順に達せり、或日氏は酒店に於て一瓶の「フロレンス」酒を飲みし後、空瓶をば火中に投せしに、瓶中に殘留せる少量の酒が熱の爲に蒸氣に變じ、瓶に充滿するを見たりしかば、蒸氣の充ちたるまゝ之を取上げ、口を下にして卓上にありし冷水に沈めしに、蒸氣は直ちに密集して瓶中に眞空を生じたれば、水は直に底より進入せり、或は曰く、氏が蒸氣若しくは熱の爲に膨脹せる或他の瓦斯を利用して眞空

とす、化合作用に由て生ずる熱の最も著しきは、酸素と化合するときにあり、例へば水素一キログラムが酸素と化合する際に生する熱量は三四四六二キヤロリーなり、故に水を水素、酸素に分解するには三千度の熱を要するの理なるも、實際は水蒸氣の温度千二百度に達するや、分解を始むると云ふ、炭素の同樣の場合に生ずる熱は、八千キヤロリーなり。

通常燃燒なるものは即ち空中の酸素と燃燒物の化合に外ならずして、太陽が天然熱に於けるが如く、實に人造熱の大源なりとす、酸素の供給多ければ燃燒愈々盛なるべく、從て温度上昇すべし、もし化合の結果物が瓦斯體なるときは、其分子は熱の爲に光を發す、所謂火焰之なり。

動物の體温も又此燃燒作用より來る、吾人の呼吸に由て得たる空氣は先づ肺臟に入り、其中の酸素は血液に混して心臟に行き、數多の毛細管に由て各器關に送られ、組織中の炭素と化合するものにして、其結果たる炭酸瓦斯は、再び肺臟に戻り、直ちに空中に吐出せらるゝなり、人の體温は通常各人に通じて等しく、且つ冬に於て夏よりも大に、又寒帶地方に於て熱帶地方よりも大なるものなり、然れども實際に於て然かく感せざるものは、之れ觸感に由て其温度を知らん

太陽の熱は多く地球表面の吸收する所となり、地下に達するものは少し、地下一メートルに於ては、晝夜の温度に差なく、同二十五メートルに於ては、一年間の温度に差なく、即ち其地一年間の平均温度を示す、佛國天文臺に設けある此深さの穴に、數十年前より置きたる驗温器は、常に十一度八分を示すと云ふ、之れ即ち巴里一年間の平均温度なり、然るに二十五メートル以下に降れば、其三十三メートルを增す毎に、攝氏一度を增すべく、之に由て計算するに、二哩弱の所に於て水は沸騰すべく、三十哩を降れば凡ての物體融解するに至るの理なり、之れ既に述べたる如く、地球の内部は猶熱火の狀態にあるによるものにして噴火山の噴火孔より噴出する燒石、及び到る處に湧出する温泉は、よく之を證するものと云ふべし、此驚くべき内部の熱を、吾人の毫も感せざる所以のものは、幸にして地殼即ち地球の外皮が大の不導體なるを以てなり。

（二）化合作用

凡そ物體の化合せんとするや、各原子は新しき結合をなさんが爲に激烈なる運動を起すを以て、其結果として熱を生ずるなり、假令ば硫酸と水と化合するときの如し、此際烈しく熱を生ずるを以て、兩者を混するには、水中に硫酸を一滴つゝ落すにあらざれば危險なり

を生ずるの法を案出せしは、或時氏が熱したる煙管を過て水中に落したるに、管中の暖にして稀薄なる空氣が、冷へて密集せしを以て水の管中に入り來るを見たるに始まれりと、然れども氏は此目的の爲に蒸氣を利用するに當て「ペピン」と法を異にせり、卽ち蒸氣收縮の結果なる眞空に作用する大氣壓に由て上下する「ピストン」を用ゐずして、かゝる眞空をば單に恰も通常の吸上「ポンプ」に於ける如く、地下の井或は鑛孔より水を擧ぐるに利用せり、かくて水を瀦鑵の水平面まで擧ぐるや他の器に流れ去らしめ、其處より頗る高處に之を擧ぐるなり、其法數年前「ウォルセスター」侯の使用せる所にして、卽ち蒸氣の膨脹力を直接之に作用せしめ以て其重力幷に火氣の抵抗に反對して之を押上ぐるなり。

「セヴァリー」は此等の原理を應用して工夫せる裝置を改良し利便にする爲に著しき天才と實用的熟練を示せり、氏の器關とすればなり、奔走又は運動に由て熱を生ずるは、呼吸を速ならしむるを以て酸素を吸入すること多く、從て燃燒を盛ならしむるが故なり。

(三)　器械的作業

瀦車の通過に由て軌道の熱せらるゝ、又は燐寸の點火する、之れ摩擦に由て熱を生ずるを證し、燧石の銅鐵と相打て火花を發するは、衝突に由て熱を生ずるを示す、凡て物質の運動なる器械的作業は、物體の原子に移されて相當の熱を生するものなり、流體と雖も摩擦或は壓迫に由て熱を生じ、可燃性の物に點火するを得べし、かく器械的作業は熱を生ずるを以て、熱は亦器械的作業をなし得べく、兩者の間に一定の關係あるや必せり、之に就き諸家の實驗は、略其成績を同ふし、一キヤロリーの熱は、四百二十四メートルキログラムの作業を生ずとなせり、メートルキログラムとは、一分間に一キログラムの重量を一メートル擧ぐる力あり。

附錄　氣象學大意

氣象學は大氣の現象に付きて論ずるものにして別に獨立の科あれども爰に附錄として其の大要を述べんとす、大氣の現象とは風、雲、霧、露、雨、雪、霰の類を謂ふなり。

○風

風とは運動の狀にある空氣の謂なり、空氣の運動は晝夜の別、時候の變移に由て絕えず、地球上の溫度に變化あるの結果にして、暖地の空氣は稀薄となりて上昇するを以て其の空虛を充たさんが爲め周圍より冷かなる空氣の突進し來りて所謂風なる流を生するなり。

風の方向は數多の地方的原因と地球の地軸に由る廻轉とに由て定まるものにして、若し地球の自轉のみならば風は常に東より吹くべきも、地球上種々の突起及水陸の錯雜せる分布（水は陸よりも熱せらるゝこと少し）等は各所相異なる方向を與へ、又同一個所に於ても時々之を變ずるなり。

風の速力を計る器械をアネモメーターと云ふ、小なる風車より成り別に附屬せる指針に由て一定時間の廻轉數を知るを得るなり、今此の器械を以て測定せる結果を見るに僅かに樹梢を動かすの微風も一時間一哩の速力を有し、軟風は五哩、强風は十五哩、疾風は三十哩、暴風は五十哩、颶風は八十哩、激烈なる颶風は百哩の速なりと云ふ。

風を分て三種とす、定風、週期風、及變風之なり定風とは四時同方向に吹くものにして其の最著名なるものを貿易風となす、中心に近き

の多くは氏の家に水を給するの目的を以て製せられ、幷に他の種々の目的を以て英國の諸所に於て造られしが、氏の死後に至て又大に改良を施すものあり、特に千七百十八年頃博士「デザグリール」は之を著しく簡單なるものとなせり、博士は又溜瀉室に少流の冷水を注射して以て蒸氣を密集せしむるの一法を案出せり、蓋し「セヴァリー」の舊法に於ては、水を器外に逸出せしむるを以て、之を不必要の度まで冷却し從て薪材の不經濟を免れざるなり、而して「ペピン」の案出せる「ピストン」を始めて蒸氣機關に使用したるも又「デザグリール」なりとす、「セヴァリー」の原理に基ける機關は近世に至るまで製造せられ、費用の比較的小なるに由て、水の擧げらるべき距離が甚だ小なる如き位置に於ては之を用ゆるを便とす、此機關は實に單に通常吸上「ポンプ」（所要の眞空が蒸氣の密集に由て生ぜられ、「ピストン」の援助なきことを除き、）を「ヅ、

カウ」及び「ウォルセスター」侯が蒸氣の膨脹力應用の爲に考案せる裝置とを混和せるものにして、該器械が經濟上使用せらるゝ場合に於ては、前の部分が遙かに効用をなすものなりとす。

「セヴァリー」の機關發明後間もなく「デヴォン」州「ダルトマウス」市の鐵商「トマス、ニューコメン」及び硝子工「ジョン、カレー」の兩氏も又蒸氣を器械力に使用するの途を研究し、千七百十一年始めて其機關を製せり、之れ通常「ニューコメン」の機關と稱するものにして、其原理は重に「ペピン」が嘗て採用して後に捨てたる所のものなり、卽ち「ピストン」に働く大氣壓を器械の動力となし、以て蒸氣の凝結に由て生せる眞空内に之を降下せしむるの法なり、是を以て「ニューコメン」の裝置は屢々大氣機關と稱せらる、然れども此發明者は火熱の除去に由て蒸滊を冷却する「ペピン」の拙劣なる法を取らずして、直ちに冷水を圓筒に注ぐの便法を用ゐたり、而して之れ既に「セヴァリー」の行へる所にして、同氏こそ該改良の先驅たる主張あるものなれ、「ニューコメン」及び「カレー」兩氏は後尙便法を施す所あり、之も又既に述べたる如く「デザグリール」が「セヴァリー」の機關に施したるものにして、水流を圓筒内に注入することなり、兩氏が此考案を得しは或時「ピストン」の一部に生せる孔より水が蒸氣中に入るを見たるに起れりと云ふ、「ニューコメン」の機關は發明後數年にして其原理の許す限りの改良を加へり、器械學に於ける蒸氣の價値を始て證明するに至れり、「セヴァリー」機關は從來實際に製せられたる唯一のものなりしが、著しき深底より水を擧ぐるには全く不適用のものなり、之れ吾人の既に指摘したる如く、其主要の力は實に吸上「ポンプ」の用をなす部分にありて、大氣壓に等しき重量の水柱よりは高く水を擧ぐるを得ざればなり、故に該器械は鏇孔の水を吸擧ぐ

六度の間を除き、赤道の南北各三十度の間に擴がり、北半球に在ては東北より西南に、南半球に在ては東南より西北に向て大洋上に吹くものにして、航海者に非常に便益を與ふるものなり。貿易風の吹く所は大氣透明にして温度一樣に、頗る靜平の有樣を呈す、之れ西班牙人の貴女の海と稱したる所以なり。

週期風とは年の季候に由て或は日の時間に由て同方向に吹くものにしてモンスーン、シムーン及び海陸の微風は卽ち之なり、モンスーンは貿易風の變體にして印度洋、ヒンドスタン及びギニヤ灣、メキシコ灣等に於て吹き六個月毎に其方向相對する邊に變する者なり、シムーンは亞細亞、亞弗利加の砂漠に吹く所の風にして甚だ暑く且つ砂を伴ふを以て動物或は旅人等を困却せしむ、海陸微風は水陸の不等分に熱せらるゝに由り生するものにして、晝間は陸は水よりも多く熱せらるゝを以て微風は漸く海より起り、午後に至れば止みて冷却すれはなり。

變風とは時間及び方向等凡て不規律なるものにして數日間繼續するが如きは稀なりとす、熱帶地方の風は重に前二者にして變風は温帶及び寒帶地方に重に流行するものなり。顯風渦卷等皆之れなり。

○霧及雲

空氣の地球より冷なるや水蒸氣は半ば凝結して霧或は雲となりて目に見るを得るに至る、兩者の差は唯だ其の高低にあり、地球面に近き所に於て凝結せるものは霧にして、大氣の上層に於て凝結せるものは則ち雲なり。

雲には種々あり、雨雲は蒸氣の密積せるものにして灰色又は黑色に其緣稍や薄しとす、又雲の相疊積して太陽に照らさるゝ時は恰も大雪塊の如くなるものは晴天を示すものにして、晝間の雲之れなり、尙日沒に始まり日出に消滅する所謂夜の雲あり、其他種々ありとす。

○露

露は大氣中の濕氣が已れよりも冷かなる物體に接して凝結して其の表面に附着するものなり、夏日水を容れたる器の外面に生じ、冬日暖き室の硝子窓に滴るもの則ち之れなり、露は春秋に於て最も多し之れ蓋し此の季に於ては晝夜温度の差大なればなり、又其の多少は物體の性質に關す、草木等の其の葉日光に映じて煌々たるに比し石や金屬等の表面には甚だ少しとす。

○雨

霜は露の氷りたるものに外ならず。

る爲の工夫としては殆ど無効のものなりき、然るに「ニューコメン」の機關は此場合に於て頗る有効なることを示せしかば、長く採堀にかゝらざりし鑛山も、該機關發明に次で行はるゝに至り、諸所埋れたる財產の發堀を盛にしたりき、該機關は又他の重要なる目的にも應用せられき。

然れども「ニューコメン」の機關は、殊に他動力の應用を許さゞる如き場合に於て頗る重要なるに拘らず、尙或個處に於て甚だ缺點あるを免れず、決して之に由て蒸氣「エネルギー」の全完なる利用を見る能はざりき、特に圓筒が「ピストン」の一降下後毎に、其中に注入し來る冷水の爲に冷却する度に從て薪材の大不經濟を來たすことは、動物力の有効なる場合に於て此機關を應用するの却て損耗なるを見たり、動力として其全力は又、唯一大氣壓に由て生ずるものに限り、此大氣壓も「ピストン」下の眞空が完全なるものにして摩擦より生ずる障碍なしと假定するも、單に「ピストン」表面の一平方吋毎に殆ど十五磅の力を施すのみなれば、實際蒸氣の膨脹力は此機關に於ては全く動力としては使用せられざりしものなり、若し「ピストン」の降下に要する眞空が他法に由て便宜に生ずることを得しならば、蒸氣力は全く不必要のものなりしなり、例へば排氣器を圓筒の下部に密接することを嘗て「オット、グリケ」の工夫せし如くすれば、爰に蒸氣の司る役務を盡すに充分なるべきを以て、薪材の燃燒に由て生ずる蒸氣力なるものは全く不用に屬し、器械は最早蒸氣機關にあらざるべしかくの如く觀察を下すときは、動力としての蒸氣の能力が、古くよりの實驗により證せられたるに關せず「ニューコメン」機關發明後までも、全く此點に重きを置かざりしを知るに足るべし、卽ち單に蒸氣の寒冷に逢へば急に凝結するの性を利用して眞空を得るの最便法をなし、他雨とは蒸氣となりて大氣に上りたるものが滴となりて地上に降るものを云ふ、溫度の甚しく相違せる濕潤なる空氣が雨々相接する時には箇々別々に含有したる濕氣を保持するの余地なく、其の超過せる部分が雨となり引力の爲めに滴々降下するものなり。

地球の或る部分は全く降雨を見ざるものあり、ペル國、サハヲ大砂漠アラビヤ及び埃及の一部及び中央亞細亞の大部之にして此等の地に於ける植物は全く露に由て生存するものなり、又他の地方假令ばギアナの如きは降雨絕ゆる事なく、キヨー島の如きは其の空氣甚だ濕潤にして住民の諺に一週間に六日は雨降り七日目に曇天なりとなり。

○雪

雪とは大氣中の水分が氷りたるものにして慨して結晶體なり、顯微鏡を以て窺ふ時には其の美にして多樣なる事實に驚くべし、既に知られたるものは六百種以上にして多くは六邊形結晶系に屬するものとなす、雨物地方に於ては紅雪或は綠雪を見る事あり、之れ細微なる植物或は微蟲の存在に由るものなりと云ふ。

○霰

霰は大氣中濕氣の凝結に由りて生成せる氷の小球より成り地上に落下するものなり、霰は嚴寒の候に之あり且つ慨して電氣現象に供ふるものとす、溫帶地方に最多し、霰の暴降するや時間甚だ短しと雖も其の降下する氷の量は甚だ大にして又其の氷塊も甚だ大なるのあり、六ポンドの大塊の降下する事は往々之ありと云ふ。

第四章　光學

第一節　光の發散

光は熱と同じく物體分子の震動に基因する現象にして、其震動がエーテル、空氣等の中間物に傳達せられ、吾人の目に感じて始めて「見る」ことを得るものなり、古人は熱に於ける如く、光を細微なる分子より成る物質と思考したりしが、此思想は光學上諸種の現象を說明するに當て不合理のこと多きを以て、今は決して信せられざるに至れり。

○光に關して物體の區別

凡そ物體は自ら光を發するものあり、太陽、恒星、燃へつゝある蠟燭等にして、之を發光體と稱し、其自ら光を發することなく、發光體の光に由て見らるゝものを暗體と云ふ、例へば月は太陽の光を假て輝き、暗室內の器具は日光或は燈光に由て始めて見るを得べし、之

◎性質　即ち其膨脹なる性質に由て生ずる有要の役務を活現せしむるものは出でざりき、蒸氣應用の狀此くの如く幼稚なるに際し「ジエームス、ワット」の起りたるは實に天幸と云はざるべからず。

「ジエームス、ワット」は千七百三十六年一月十九日大英國「グリーノック」に生る、父は商人にして該市會議員の一人たり、「ワット」は鄉里に於て初等教育を受けたりしも、健康の勝れざりし爲に學校の出席は頗る不規律なりし、然れども氏は此に由て失ふ所をば家庭に於て致々之を償ひ、獨學を以て諸科の智識を善へり、幼より既に器械學を好むの傾向あり、之れ恐らくは氏の祖父及叔父の系統を受けたる者ならん、此兩人は共に數學教師にして著名の人なりしなり、然れども祖父は氏の生るゝ二年前、叔父は氏が二歲の時相沒せしを以て、少「ワット」は決して彼等の教を受くることなかりき、十八歲にして「ロンドン」に到り數學器械製造

れ皆暗體なりとす、然れども暗體中には非常の高溫度に熱するときは、光を發する者あり、金屬類之なり。始め赤熱し終に白熱の狀となりて光を發する者あり、金屬類之なり。光を通過せしむると否とに由て又、物體を三種に區分するを得べし、其自由に之を通過せしむるものを透明體と云ふ、空氣硝子、水等にして、之を通過せしむるも自由ならざるもの、例へば紙類、薄き角等の如きものを半透明體と云ひ、全く光を通過せしめざるものを不透明體と云ふ、金屬類皆之なり。

不透明は比較的の言語にして如何なる物體と雖ども、其幾分は中途に遮らるゝものなれども透明不透明は光の全體を通過せしむることなく、然れども透明不透明は光の全體を通過せしむると否とに由て又、物體を三種に區分するを得べし、例へば太陽の光は、大氣の爲に其光輝の四分一を失ふものにして、もし大氣の高き、現在の十五倍なりとするときは、吾人は全く暗中に彷徨するに至るべきの理なり、不透明體も之を甚だ薄くするときは、透明となることあり、一例を擧ぐれば金の薄葉を日光にかざすに、鈍藍色の光を通過せしむるを見るべし。

◎光線

光は發光體の各點より四方に發散するものなり、蠟燭の焰が同時に多數の人に由て見られ得べきものは、其光の各人の目に達するが故にして、我太陽系に屬する洪大なる空間中、何處に行くとして暗體の之を遮るあるにあらざるよりは、太陽を見ざるの點なかるべきも之が爲なり、而して其中間物が一樣の成分と密度とを有するに於ては、光の行路は直線をなすとす、例へば今直管を以て太陽を窺ふを得べきも、曲管を以ては能はざるべく、又暗室中に甚だ小なる孔より光を通過せしむれば、外物は對壁に當て倒まに寫るを見るべし、此徑路を稱して光線と云ふなり。

◎影

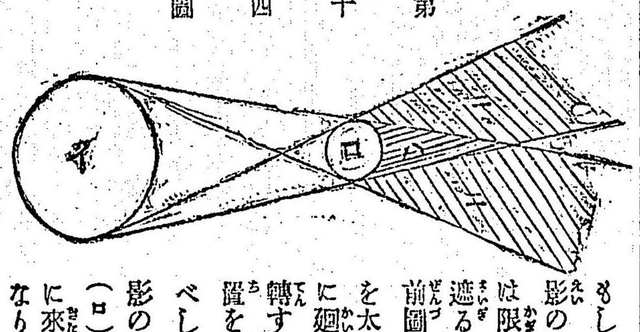
影とは光線が不透明體に由て遮られたるとき、其背後に生ずるものを云ふ、其暗さは光の强弱に從て異なり、最も强き光は最も暗き影を生ずるなり。

左圖に於て(イ)を發光體(ロ)を不透明體とし、且つ(ロ)を(イ)より小なりとすれば、(ハ)なる部分は全く光を受くることなく、(ニ)なる部分は全く光を受けて稍明かなるべし、(ハ)を眞影、(ニ)を半影と稱す、而して眞影は限りありて、不透明體の益々小なるか、或は兩體の距離漸く大となるかに從て次第に縮少するものなり、今小物體を日光に曝らして地上に接近するに、影を見れども之を高く擧ぐるときは影の消ゆるを見る、之を後の場合に於ては眞影の地上に達せざるによるなり。

者の許に奉公せしに、一年余にして健康を損し「スコットランド」に歸りしが、爾來氏の職とする所に於て教育を受けたることなかりき、此より一兩年後に「グラスゴー」の親戚を訪ひしが、其際自ら該市に於て職業を定めんと決心し、千七百五十七年移轉して直ちに同市大學の數學器械製造者となり居ること數年、其間健康の勝れざるに拘らず絶へず職務を執り又種々の方面に於て修養を怠らざりき、氏は又此地に於て、當時大學に在りし有名の士と交を結び、特に潛熱原理の發見者として有名なる博士「ブラック」、及び「ジョン、ロビンソン」を親しかりき、「ロビンソン」は器械學の著述を以て名を知られたる人なるが當時「グラスゴー」大學の生徒にして「ワット」と同齡なりき、「ワット」は其職務は名譽あり又重要なる智識を得ること多かりしも、余り利福的の事業にあらざりければ、千七百六十年將に結婚せんとするの前、大學の官房を辭して市内に住し一般工學者としての營業を開始せり。

氏の天性と科學的知能はよく此職に適せしかば、氏は心ちにして名聲を博し、運河開通、港灣浚渫、架橋等種々の公共事業の測量及び設計を請負ひしが英國に於ける此種の事業中氏の計畫を扶助とに依らざるもの稀なりき、然も氏は多年窮かに研究に余念なき一事あり、終に此種の事業を止めて更に氏の非凡なる能力を要するの目的に全心を傾倒せり。

氏の尚大學に住するや「ロビンソン」氏が蒸氣を馬車の運轉に應用ずるの成否に關する考究を見て、始て該力を器械力に使用するの法如何に着目せり、氏は又自ら「ペピン」の煮鑊を取て實驗を行ひ、蒸氣の膨脹力を測らんとせり、然れども氏は一定の結果を見るまでに該問題の研究を進めざりしが、千七百六十三年（或は六十四年）の冬「ニューコメン」の機關の小御形を修繕の爲に物理學教授より送附



第十四圖

○光の強さ

光は發光體の各點より四方に發散すれども、其達する距離の大なるに從て強さを減少す、卽ち光の強さは距離の自乘に逆比するものなり、例へば二倍の距離に在ては其強さ四分一となるなり、之を了解せんには、今二箇の空球ありて、甲の半徑は乙の半徑の二倍なりと もし不透明體が發光體より大なれば、眞影半影の二者あるは同樣なりと雖も、眞影の區域は限りなく大なるべし、蠟燭の光を書籍にて遮るときの如し。

前圖に由て略日蝕の理を解するを得べし（一）を太陽、（ロ）を月とせよ、地球が太陽の周圍に廻轉すると同時に、月は又地球の周圍を廻轉するものなれば、太陽と月とが圖の如き位置を取るの時、地球が眞影内に來ることあるべし、此時は卽ち皆既日蝕にして、もし半影の處に來れば卽ち部分日蝕なり、もし又（ロ）を地球とすれば、月が眞影内或は半影内に來るに從て、皆既或は部分月蝕を生ずべきなり。

せよ、各球の中心に同じ強さの光を置くときは、球の面積は半徑の自乘に比例するを以て、甲の光は乙に比して四倍の面積を照らさざるべからず、從て其強さは乙の四分一となるの理なり。

之を以て今二ケの光の强弱を定めんと欲せば、兩光を以て一物體を別方向より照らさしめ、二箇の影を障壁に映せしむべし、此等の影は互に他の光に由て照らさるゝを以て、兩光に强弱あるに從て疎密あるべし、由て兩光の位置を變じて兩影に疎密なきに至らしむれば、此時障壁に達する兩光の强さは同一なるの理なるを以て、各障壁よりの距離を計れば、前述の法則に由て互の强弱如何を知るを得べきなり、例へば一光の距離他光の距離の四倍なりとせば、後者の光の强さは前者の二倍なるを知るなり。

○光の速度

光は一秒時十八萬五千哩の遠くべき大速力を以て走るものにして、吾人が「ア」と叫ぶ間に地球を八周するを得べし、故に太陽より我地球に達するに僅かに八分十五秒を要するのみにして、之を速かなる砲が一定の速を以て此距離を行くものとするも、尚十七年の歳月

し來るに會し、氏の興味は實に湧き來りて遂に自ら新式の機關を工夫するに至れり。

氏が此機械を見て第一に氣付きたることは、圓筒の直徑は僅に二吋にして「ピストン」は六吋下降するを得るに對して瀉鑵の稍不充分なることにありき、（尤も眞空生成の爲に蒸氣の多量を供給せざるべからざるを以て働機關に於けるよりは比較的大なりしも）此缺點を補んとして氏は該鑵形を修繕するに際し、擧上せらるべき水柱の高さを減ずるを要せり、語を換ふれば眞空は完全なるものにあらずして、殘留せる空氣の抵抗に對して下降するものなれば、其勞を償ふ爲に其仕事を少くせざるべからざりき、氏は又直に此場合に於て瀉鑵より送らるゝ蒸氣が圓筒内に充つるに足らざる理由を發見したり、第一に圓筒は大機關と異り鑄鐵にあらずして眞鍮より製せられたるを以て蒸氣の熱を多く吸收し從て其張力を弱むべし、第二同器は其容量に比して大機關の圓筒よりも頗る大なる面積を蒸氣に曝らすを以て是又蒸氣の張力を弱むること大なり、第一の缺點を補はん爲には、氏は鑄鐵或は眞鍮よりも更に損失少き材料を以て圓筒を製せんとし、木を油に浸し燒きたるものを以てせんとしたり。

然れども此考察は直ちに範圍を廣め、大氣機關の根原的缺點に氣付きたれば、氏は更に思想を一轉して蒸氣力を全く或新法に使用し更に効力ある作用を生ぜしむることを得べしとなせり、是に於て氏は益々實驗を重ね蒸氣の性質に關して出來得る丈の事實を惜めんとしたりしが、其研究は徒勞に屬せずして數多の有益なる發見を得たり、例へば水の蒸發する速度は氏の發見せる所によれば單に其受くる熱量の多寡に關し、而して該熱量は又火力を受くる表面の大小に關するものなり、氏は又一定量の水を蒸發せしむるに要する石炭の量、及び水が種々の異れる

を要すべきに比せば豈驚くべきにあらずや。

光の速度を發見せしは有名なる天文學者レウメル氏にして、其水星の一衛星に就て觀測を行ひつゝありし際、偶然にも發見し得たるものなり、此衛星は水星の表面を摩して通過し、漸々其背面は隱れて所謂蝕を生ずるものなるが、其廻轉時間は一定のものなるを知りたれば、レウメル氏は其隱るゝ季節の間（顯はれてより隱るゝに至るまで）も又一定のものなるべしと思考せしに、觀測の結果は常に少しづゝの差異あることを見たり、卽ち六ケ月間は此時限漸々增加し行き、終に衛星の蝕が最初に比して十六分二十六秒遲く始まるに至り、次の六ケ月間は同じ割合を以て漸々減じ行き、一年の終りに至て元の如くなることを發見し、此不同の原因は地球の水星よりの距離に關するものなるを推論せり、卽ち最初の觀測をなせしとき地球は其軌道中水星に最も近き處に在りたりとせば、六ケ月後には其最も遠き處にあるを以て、水星の衛星より來る光が觀測者の目に達するには、前の場合よりも地球の軌道を橫切る全距離、卽ち殆んど一億八千三百萬哩ほを余分に走らざるべからず、之れ衛星蝕の前述せし時間丈け後れて見ゆる所以なり、然らば卽ち光は十六分二十六秒（九百八十六秒）間に一億八千三百萬哩を走るものなるを以て、一秒の速は容易に計算するを得べし。

光の速度は實驗的にも測定せられたり、就中フィゾー氏の方法を最可とす、今爰には略すべし。

○光の源

光源の重なるものは略熱源に同じく、太陽化合作用、器械的作用及び電氣なりとす、人造の光は概して化學作用卽ち燃燒によりて得る所にして、洋燈蠟燭瓦斯火の光皆之なり、燧石の鋼鐵と衝擊して火花を生ずるは之れ器械的作用の光を生ずる一例にして、電光は電氣に

太陽は既に述べたる如く、地球上の熱と光の自然の大源にして、空由て生ずる光なり。

中に於て幾分の光輝を失ふに拘らず、其光は他に匹敵するものなく最強の電氣燈も晴天白日には何の効をもなさゞるべし、今目前一呎の距離に於て蠟燭を點じ、以て吾人が九千百四十三萬哩の距離に在て太陽より受くる所の光に等しからしめんには、其五千五百六十三本を要すべしと云ふ、他の恆星と雖も發光體にして光を發するものあれども、其距離非常に大なるを以て、吾人の光源としては殆んど關する所なし。

氣壓に於て沸騰する温度等從來精密に測定せられざりしものを確算せり。

かくの如く蒸氣の性質に關する研究を重ねる後、氏は「ニューコメン」機關の二大缺點を稱するものに向て改良を施さんと企てたり、二大缺點とは第一蒸氣を凝結せしむる方法より生ずる必然の結果、即ち「ピストン」毎一擊前に水を注入して圓筒を冷却すること之なり、此爲には圓筒か再び蒸氣を以て充さるゝ際に再度之を熱するの必要あるを以て熱を要すること頗る多く、「ワット」の計算によれば使用せる薪材の全量の四分三は器械を養はんが爲に費消せらるゝものにして、もし圓筒が「ピストン」降下毎に冷却せらるゝにあらで絶へず熱せらるゝものとすれば、之に充たすべき蒸氣を生ずるに要する熱は從來のもの、四分一にて足るべし、然らば此所望を達するの法如何、「ヅ、カウ」は蒸氣を凝結せしむるに、實際「ピストン」一降下毎に瀛鑵の下より竈を外したり、然れども之れ働機關に於て明に出來ざることなり、「サヴァリー」は蒸氣を含有せる器即ち圓筒の外面に冷水を注ぐの法を取れり、之れ正に實行し得べきものなりと雖ども甚だ不經濟なることなり、何となれば冷水は蒸氣のみならず器をも冷却せしむるを以て、器は再び熱せられざるべからず從て蒸氣を發生するまでには多量の燃料を要すべければなり、「ニューコメン」か水を圓筒に注入するの法は著しき改良なりしに相違なし、然れども之れ唯其度を少くせるのみにて尚同一の欠點を免れず、即ち此法に於ても單に蒸氣のみならずして、多量の蒸氣を發生する爲には常に熱せられあるべき圓筒をも冷却するを免れざりしなり、此法の更に欠點とする所は又注入せらるゝ水其ものが該所の熱を受けて半ば蒸氣となり、冷水の量多きに從て新蒸氣の發生も著大なるにあり、實に「ニューコメン」機關の最良なるものに在ても眞空の完全ならざるは此

第二節　光の反射

○反射

光線の不透明體に遮らるゝや一部分は吸收せられ、余は再び元の中間物に異なれる方向を取て戻るものなり、之を反射と云ふ、凡て暗體が吾人の目に見ゆる所以のものは、其不規律なる表面より四方に光線（發光體より受くるもの）を反射すればなり、透明體と雖も光の幾分を反射す、然らざれば吾人は之を見ること能はざるべけれ ばなり、兩岸の樹木が河流に映ずるを見るは即ち透明體なる水の光を反射するの例證なり。

物體に來る光線を入射光線と云ふ、入射光線を反射するの多少は其表面の性質に關し、如何なるものと雖も其全體を反射することなし、もし全く光線を反射する表面ありとせば、吾人は之を見分くること能はずして、只入射線の生ずる物體の像を見るのみなるべし、然れども能く磨きたる鏡の如きは、之を室の一隅にかくるときは恰も他側にも一室あるが如くに見え、鏡面に氣付かざることあるべし、然るものは鏡の反射力甚だ大なるによるなり、一般に淡色にしてよく磨きたるものは多く光を反射するものにして、白壁の室が暗色の壁の室より明かなる、又磨ける錫にて葺かれたる塔などの遠方より明かに見ゆるは此理によれり。

入射光線反射の多少は又其方向にも關す、即ち斜に表面に來るもの程多く反射せらゝるものなり。

○反射の法則及び鏡面の種類

光線反射の狀態を學ぶには鏡面によるを便とす、鏡面を其形に由て三種に分つ、第一は通常用鏡の如き平面鏡、第二は凹面鏡即ち中低くに灣曲せるもの、第三は凸面鏡即ち中高に灣曲せるもの之なり、終の二者は何れも其兩面を磨けば或は凹面となり、或は凸面となるべし。

光線の鏡面に當る點より鉛直線を立つると思考するときは、其入射線となす角を入射角と云ひ、反射線となす角を反射角と云ふ、光線反射の法則左の如し。

反射角は常に入射角に等しく且つ同一平面内にあり。

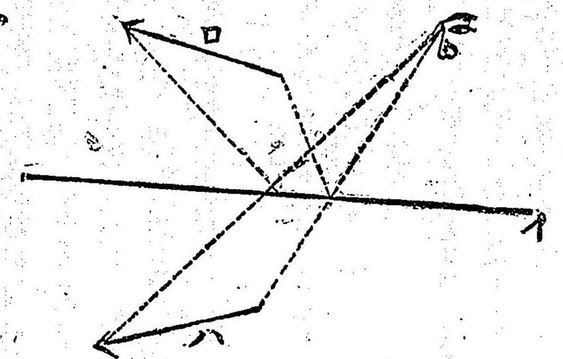
此法則は三種の鏡面に均しく適用すべきものなり、光線もし鏡面に鉛直の方向を取て來るときは反射の行路も又鉛直なるべし。之に由りて直接に見るを得ざる物體も、其光を反射せしむれば見ることを得べし、吾人が鏡によりて吾人の顏を見るも之によれり、今

原因に由るものにして、「ピストン」が降下する際受くる抵抗は其降下を來す大氣壓の殆ど四分一に及ぶ、換言すれば器械の働は之に由て四分一だけ減損せらるゝなり。

此問題に就て熟考するその久しかりしが「ワット」は終に、蒸氣を絕ず圓筒内に凝結せしむることを止め、之を他器に移して然る後凝結せしむる法を考案せしが、氏の才は久しからずして之を實現するの手段にを得たり、氏の言によれば之が爲要する裝置をば一兩日中に盡く胸中に排列したりと云ふ、氏の工夫せし所は頗る簡潔なるものにして、圓筒と所謂他器とを開管に由て連通するにあり、然るときは蒸氣が圓筒内に入り來るや他器にも飛び行きて之を充たすべし、是に於てもし後器中の蒸氣丈に冷水を注ぐか或は他の便法にて凝結法を行へば、該器中に眞空を生ずるを以て圓筒内の蒸氣は益々之に赴き從て凝結すべく、かくの如き作用は

凡て蒸氣が圓筒を去りて完全なる眞空が冷水の一滴にも觸れずして該器中に生ずる迄は止まざるべし、分離せる器卽ち「ワット」の所謂凝水櫃のみを冷却することは些少の害をなさずして、却てよく凝結を生じ之を速ならしむるものなり、「ワット」が此等の考案を實驗に施すや結果は氏か熱望せるものに合するを見たり、圓筒が「ピストン」一降下毎に其蒸氣を失ふは前の如しと雖とも、其温度は今や絕へず蒸氣と同温度（卽ち沸騰點にして華氏の二百十二度）を保有するに至り、其結果として前に比すれば四分一の燃料を以て機關を養ふに足れり、而して、器械活動の實用上此得を生ぜる外に、又其力に於て大に增す所あり、之れ新構造に於て生ずる眞空は稍完全なるものにして、圓筒内には冷水を注入せざるを以て前の如く冷却の作用と共に新に蒸氣を生ずることなきに由れり、「ワット」が凝水器中の蒸氣を冷却するに採りし最初の法は該器

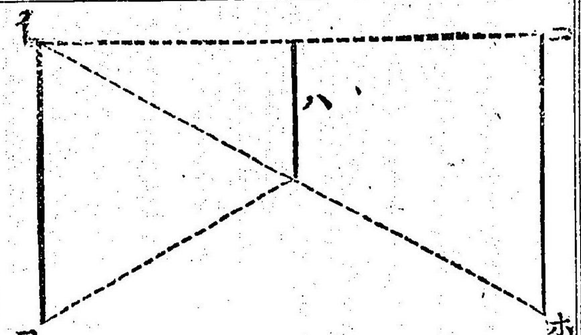
○平面鏡



第拾五圖

上圖に於て（イ）は平面鏡（ロ）は物體なり、（ロ）の各點より發する光線は平面鏡に由て盡く反射せられて目に入るを以て、目は（ハ）に於て物體を見るべし、之を物體の肖像と云ふ、肖像は鏡面に對して物體と各點を等齊にし、右は右方、左は左方に見ゆ、（鏡裏の人が我と其左右を異にするが如し）且つ物體が鏡面より一尺の距離にあれば、肖像も又鏡裏一尺の處にある如く見ゆるなり。

以上の理に由て吾人は、其長さ身長の半に等しくして同高の點よりかゝれる鏡に由て、全身を見るを得べきこと左圖に示すが如し、（イ）は頭にして（ロ）は足なり、（ハ）は鏡にして其長さ（イ）（ロ）の半なり



第十圖

とす、（イ）よりの入射線中、鏡面より反射して（イ）に戻るもの丶爲に、頭を（ニ）に見るを得べく、（ロ）よりの入射線中、鏡の最下端に當るもの反射して恰も（イ）に行き、其引長なる（ホ）に於て足の肖像を生ずべし、卽ち（ニ）（ホ）は全身の肖像なり。

もし鏡面身長の半より短きときは、（ロ）よりの入射線は反射して（イ）の上部に行を以て目に入るものなく、卽ち足部を見ること能はざるべし。

平面鏡に映ずる肖像は、實物と其大さを等しくすること前述の如しと雖とも、實際に於て少しく小に見ゆる所以は、鏡裏の見かけの距離によるなり、又硝子鏡に於ては二通の反射あり、一は其表面卽ち硝子より反射するものにして、他に其裏面に塗りたる水銀面より反射するものなり、之に由て物體の肖像は二ケ相生ずるものにして、其距離は硝子の厚さに等しかるべし、然れとも前面よりの反射は甚だ弱きを常とし、裏面のよく塗られた

を冷水にて圍むにありしも此法にては氏の望みし如く急速に其目的を達するを得ず、又矢張凝水櫃に密接せる「ポンプ」を以て、冷却せる蒸氣の生せる少量の水及び蒸氣に伴ふて入りし空氣を排除せざるべからざりき、此二者はもし集積するまゝに放任するときは、蒸氣を圓筒より導くに必要なる眞空を不完全ならしむべきなり、故に氏は遂に蒸氣凝結の役務に必要なる一定量の水を圓筒内に送り、更に強大なる排氣器を用ひて全體を排除すべく決心せり。

以上は此大發明家が舊機關の第一大欠點を補へたる方法なり、氏は其思想を實行せんとするや許多の困難に遭遇せり、此等の困難は皆構造の理論的完全を人工的材料の上に實現する能はざるより來れるものなるが、氏の天才と忍耐とはよく各の障碍に打勝ちたり、氏の最も困難を感じたる一事は、運動の自由を妨ぐることなく、然も二者の間に空氣を通じしめるものに在ては全く消滅するものなり。

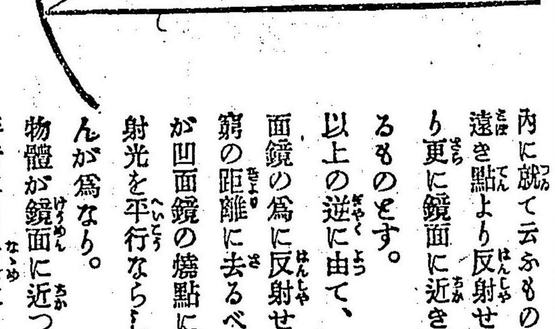
今二箇の平面鏡を取り、其間に一物を置くときは、各其肖像を生ずべし、然るに此等の肖像は互に他の鏡に對して物體の地位にあるを以て再び肖像を生せしむべし、かくの如くにして肖像の肖像は幾回も反復せられ、其終に鏡面裏に隱るゝこと、光線の衰弱してもはや之を生ずること能はざるに至て止むべし、肖像の全數は兩鏡相互の位置に由て異にして、もし兩鏡互に直角をなすときは其數三ケ、六十度なれば七ケなり、ブリユースターの萬花鏡なるものは此現象を應用して製したる巧美なる玩具なり。

○凹面鏡

凹面鏡の實用に供せらるゝものは、其彎曲面が球面の一部たるもの多し、太陽光線の如く平行して來るものゝ此鏡面に當るや、反射せられて本軸（鏡面の中點（ロ）と球の中心に當る（イ）とを結ぶ線）上の一點（ハ）に會す、之を燒點と稱す、其位地は恰も（イ）（ロ）の中央にあるものとす、燒點は光線を集むると同時に之に伴ふ熱をも集むるものなれば、燃へ易きものを此點に置けば點火すべし、これ其名ある所以なり、但し右は（ロ）の周圍の小區域

ざる樣に「ピストン」を圓筒に固定するにありき、舊機關に於ては此目的を達するに「ピストン」を小量の水にて掩へたり、此水は「ピストン」下部の空處に滴下し凝結作用の爲に該處に注入せられたる水流と合するを以て些少の影響を及ぼさゞりしなり、然れども新構造に於ては其長所が圓筒を常に熱して乾燥ならしむるにある代りに、例へ少量なりとも濕氣の注射は燃料の不經濟を來すべく、加ふるに舊機關に於ては「ピストン」の降下に伴ひし空氣のみにても新機關に於ては著しく圓筒の下部を冷却せり、此困難を救濟せんとして氏は諸種の實驗を重ねたるが、遂に他の改良を發明し之に由て「ニユーコメン」の機關の第二大缺點なるものを全く補ふを得たり、此缺點とは既に逃べたる如く該機關に於ては蒸氣の膨脹を動力として使用せざりしことなり、「ワット」は謂らく圓筒内に於て「ピストン」の下部に空氣の逃るゝを妨ぐるに有

（第十七圖）



内に就て云ふものにして、之を去ることゝ遠き點より反射せらるゝ光線は、燒點より更に鏡面に近き他の點に於て本軸を切るものとす。

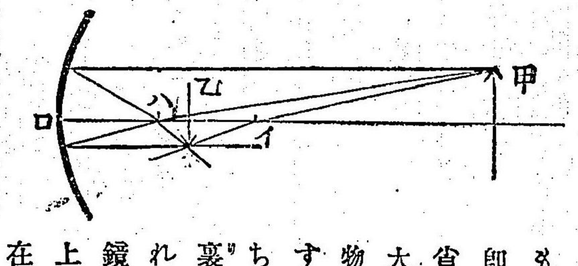
以上の逆に由て、燒點より發する光は凹面鏡の爲に反射せられて互に平行し、無窮の距離に去るべし、燈臺等に於て燈光が凹面鏡の燒點に置かるゝは、卽ち其反射光を平行ならしめ以て遠く照らさしめんが爲なり。

物體が鏡面に近つくや、其光線は本軸に平行にも又斜にも發するを以て、第十八圖の如く（イ）（ハ）の間に、倒まにして小なる肖像（乙）を生ずべし、但し圖を畫くの法は、（甲）なる物體の一點より發する光線中、本軸に平行なるものと燒點を通過するものとの二線の反射狀態を以て足れりとす、或は又球の中心（イ）を通過するものを以て上の或一つに代ゆるも可なり、但し（イ）を通過するものは鏡面に垂直なるを以て、反射の方向は入射の方向と同一なるべし。

効なる法は「ピストン」の上部の空氣を利用するにありて、下部と同樣に蒸氣と眞空との交代を生ぜしむるにありと、而して之れ勿論單に圓筒の上部より一方汽鑵に、他方凝水槽に交通を開き同時に之を蓋ふて氣密の室となすによりて成効せられたり、此氣密室は「ピストン」の棒を通ずる孔を有し「ピストン」は又其運動の自由を失はずして更に空氣を排斥する爲に麻を以て充塡するを可とせり、故に塞子及び之に關連せる機械を適宜に整列すれば圓筒の一端に眞空を生ずるに當て他端には蒸氣を通せしめ、其進入せる蒸氣は唯に眞空を生ずる爲のみならず其膨脹力を以て「ピストン」を推すの作用をなし得る如く設計せられたり、蒸氣は今や實に機關の動力たるに至りしが此點に於ける效用は他の等しく有益なる性質卽ち凝結の性と互に相待て始めて大に顯はるゝを致せり。

以上は「ワット」が所謂蒸氣機關の原理に施したる大改良にして、實に氏をして此強大なる力を應用する法の眞正の發明家たる主張を有せしむるものなり、而して此等の基礎的發明を生ぜし見識は固より創造的又概括的のものなりしと雖ども機關の氏に由て遂に完成せらるゝに當て附屬機構の各部に顯はしたる精巧無盡の天才は又等しく驚くべきものなりとす、然れども此等の工夫中吾人は唯二三を述ぶるに止まるべし、先つ最も簡單なるものは制動機ならん、こは直立の軸より成り、器械の一部と連絡して絶へず廻轉し其より棒にて兩球を反對の方向に懸垂す、棒は關節にて固着せらるゝものにして恰も火箸の兩脚狀をなす、機關の運動等速なる間は軸の運動等も速にして兩球は互に同距離に廻轉すと雖ども「ピストン」の作用に或變化を生ずるときは球がもし速に廻轉しつゝありしならば增大せる遠心力の爲に益々離れて飛び、反對の場合には互に益々近づくべし、此事實

（第八十圖）



もし逆に(乙)を物體とすれば(甲)は肖像なり、卽ち物體が球の中心と燒點との間に來れば、肖像は中心外にあり且つ倒まにして物體より大なり。

物體もし燒點以內に來れば反射光は盡く離散す、之を引長すれば鏡の背面に會すべし、卽ち此場合には平面鏡に於ける如く、肖像は鏡裏に生じ直立にして物體より大なるべし、之れ吾人が凹面鏡に由て顏を見んと欲すれば、鏡を甚だ近つけざれば不可なる所以なり。

上述せる所によれば、物體が球面の中心外に在て著しく其遠近を變ずるも、肖像は中心位置の些少なる變移も肖像の位地には著しき差異を來たすべきを見るべし。

凡て物體が燒點以內にあるときを除き、肖像は空中に生ずるものなり、故に前圖(乙)が物體なる際に於て、鏡面、物體及燈火等を盡く幕にて掩ひ、反射光を或空隙より通過せしむれば、殆んど眞に迫る所の象像を空中に現出せしむることを得べし、例へば甘そうなる菓物が支ふるものなくして空中にかゝりしが此點も尙其迷想たるを悟り得ざるもあるべく、水の充滿せる抔が倒置せられて然も其一滴を落さゞる、又は人の頭にて立つ樣なる種々奇怪なる現象を呈出すべし、此種の理を應用して人目を暗まさんとするもの坊間に少からず。

○凸面鏡

平行光線の此鏡面に來るや、盡く離散せらるゝを以て其引長線は鏡の背面に於て相會すべし、之を假燒點と云ふ、其他如何なる方向の線も皆離散せらるゝを以て、凡て物體の肖像は平面鏡に於ける如く鏡の裏面に生じ、假燒點と鏡面との間にありて直立す、且つ物體より小なり。

第三節　光の屈折

○屈折

光の透明體に來るや、其幾分は反射せられて物體を見せしめ、余は物體中に入りて半ば吸收され、半ばは再び物體より出で行くなり、然れども其方向は或は舊の如くなることあり、或は然らざることあ

既に實際の狀態を告ぐるものなりと雖も「ワット」は之を以て滿足することなく、汽鑵より圓筒に蒸氣を導く管中の瓣に棒をば連結し、棒の互に離るゝや漸々其孔口を挾め、其力衰ふるや之を擴大せしめ、由て以て機關の運動迅速に過ぎたるときは蒸氣の供給を減少し、機關が充分速かならざるときは食物の增加に由て固有の速度を恢復せしめたり、次に汽鑵に絶へず水を供給する爲には水面に浮ぶ所の浮子と稱する等しく簡單なる工夫あり、水が漸々減ずるや浮子は之に從て下り或點に達すれば自ら瓣を開き水を容らしむるなり、此他機關の各部に於ける裝置の精巧なるは實に嘗讃するに辭なきほどにして機關今日の狀を見れば全く智力を有する活物なるかの如き思あり、「卽ち精密と等速を以て一定時間「ストローク」の數を限り且つ其なしたる仕事の多寡を記すこと時計が其振子の打を記すが如し、又仕事をなす爲の蒸氣の量や火の噴起や

り、例へば短艇を漕ぐの際、櫂の一端水中に浸せる部分は曲がりて見ゆるを以て、水を通過して來れる光線は空氣に出つるに際して曲折せるやうに思ふものなることを知るべし、之を光の屈折と稱し、一の中間物より異なれる中間物に移るの際光線の受くる變化なりとす。

物質の屈折力も其性質に由て差あり、其大なるものを濃密なりと云ひ、小なるものを稀薄なりと云ふ、此語は物質の性質上用ゐたるものと必ずしも同意義を有せざれども、概して比重の大なる物質は屈折力大なりとす、今其屈折力の大小に由て數箇の物質を擧ぐれば、クロム鉛、金剛石、燐、硫黃、石英、琥珀、硝子、橄欖油、アルコール、水、氷、空氣、酸素水素等の順なり。

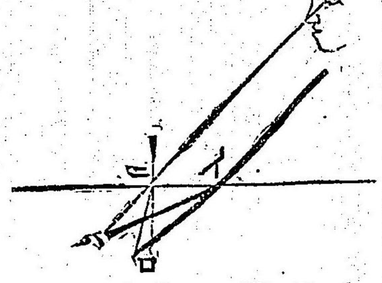
○屈折の法則

屈折は一樣なる同一中間物內に於ては決して生ずることなく、異なれる性質の中間物に出入するの際に起るものにして、又入射線の方向其表面に鉛直なるときは屈折することなく、斜に來る場合にのみ屈折せらるゝものなり、而して其法則は左の如し。

光線が稀薄なる物質より斜に濃密なるものに入るや、兩物質の境界面に立ちたる鉛直線に近く屈折せらる、卽ち屈折角は入射角より小なり、もし濃密なるものより稀薄なるものに移るときは、鉛

汲鑵へ水の供給等を制整し、其瓣を開閉するに確定せる時と方法とあり、其關節を油ぬり、員室なるべき所に偶然入り來る氣體を除去し、若し自ら匡正し得ざる錯誤を生じたるときは鐘を鳴らして近邊を警戒するなり、然も凡て此等の才能と性質とを以てして其六百馬力の全力を盡して活動しつゝある際と雖とも小兒の手にも從ふなり、其食物は石炭、木、木炭等の燃料にして怠惰なる間は何物をも食せず、其働くや決して疲れず又睡眠を要することなし、初年の中は亂心することなく歲老ふるに從て働を厭ふの狀あり、又如何なる氣候に在ても等しく活動し各種の仕事をなすべし、卽ち擧水者なり坑夫なり水夫なり紡績者なり職工なり鍛冶屋なり粉引きなり、而して小機關と雖ともよく百噸の荷物或は一隊の兵士を引き大速力を以て鐵道を走るを見るべし、機關は器械の王なり、東洋の諺言に「ゼニイ」なるものありて其超自然の力は屢々

直線より遠かりて屈折せらる、卽ち屈折角は入射角より大なり。



今上圖によりて前述の例を說明せんに、(イ)(ロ)を櫂の水中の部分とすれば、其端(ロ)よりの光線(ロ)(ニ)は空氣に出つるや屈折して目に達するにより、目は其引長なる(ハ)に於て櫂の端を見るべく、從て(イ)(ロ)なる部分は(イ)(ハ)の如く曲りて見ゆるなり。

猶一例を擧ぐれば、茶椀の中に銅貨を入れ、之を辛ふじて銅貨を見得るの處に置き水を注ぐときは、銅貨は明かに見らるべし、之れ又銅貨より出つる光線が水面を出つるや、鉛直線に遠かりて屈折するにより、目は其方向に且つ少しく上りた處に之を見るなり、同理に由て河底の物體は皆實際よりも少しく表面に近く見ゆるものなるを以て、之に由て河の深淺を計るを得ず、之れ水に入らんとする人の豫め知らざるべからざるの理なり。

○大氣層による屈折

天體より來る光線の斜に大氣中に入るや、今迄通過し來りたるもの（卽ちエーテル）より濃密なるを以て、鉛直線に近よりて屈折せら

人の命を受けたりとあるが、蒸氣機關は正に此「ゼニィ」の永久に實現せるものと云ふべし。

然れども「ワット」は首尾よく此大發明に成功したりと雖も氏が器械學上の才を以てしても打勝つ能はざる他種の困難に遭遇せり、卽ち氏の財力に乏しきこと之にして初は氏の知己と雖ども敢へて冒險的實驗の爲に費用を支出せんとするものなかりしが、終に博士「ローブック」氏に相談を試みたり、同氏は才名あり且つ義俠的の投機家にして此時恰も「グラスゴー」の近傍に「カロン」鐵工場を設立し同時に「ハミルトン」侯の所有地なる「キンニアル」に廣大なる炭鑛を借有したりしが、利益の三分二を自ら受くることを條件として「ワット」に所要の費途を支出するを約せり、是に於て「ワット」は千七百六十九年の初第一回の特許を得、直徑十八吋の汽筒を有する機關は其後直ちに「キンニヤル」にて製造せられしが第一回の實驗なれば多少の缺點は免るゝ能はざりしも其働は全く「ワット」の改良の價値を示して餘ありき、然るに博士「ローブック」は諸種の事業に關係せる人なりければ「ワット」と契約を結ぶの後間もなく財政の困難を生じ、爲に此機關の前途を進むるを得ざるに至りしかば「ワット」は之より數年間は殆ど全く舊時の土木學者として　業を執らざるべからざるに至れり、終に千七百七十四年頃博士「ローブック」の補助が到底見込なきを見るや、友人なる「バーミンガム」の博士「スモール」ノ紹介によりて同市に移りて有名なる鐵器製造者「ボールトン」氏と結社せんと決心せり、「ボールトン」氏は「ソホ」に於ける廣大なる工場を以て歐洲に知られ英國鐵器の盛名を致すに力ありし人なり、是に於て「ワット」は博士「ローブック」との約を「ボールトン」に移し、「ボールトン」及び「ワット」會社を起して蒸氣機關の製造に着手せり、之れ千七百八十五年にして入射角が四十八度三十分より大なるを以て、屈折角が直角をなす場合卽ち兩物質の境界に沿ふて屈折する場合を超ゆれば、入射線は稀薄なる物質に移るを得ず、通常反射の規則に從て同一物質內に反射すべし、此現象を稱して全反射と云ひ、屈折角直角なる際卽ち屈折を生ずべき最大の入射角を境角と云ふ、例へば水と空氣との場合に於ては、境角は四十八度三十五分にして入射角是より大なる光線は、水中より空氣に出る能はざるなり。

之を實驗せんと欲せば、水を盛れる器中に硝子管を押入れ、上方より之を見るに管の外面恰も水銀を塗沫したる如く不透明なり、是れ卽ち境角を超へたる入射光線が、管中の空氣の爲に全反射を生ずるを以てなり、もし管に水を充たせば光線は僅かに硝子に由て屈折せらるゝのみなれば不透明なることなし。

○三稜柱

三稜柱はレンズと共に光學上頗る有用なるものにして、三ケの平面を側とし、兩端は互に等しくして平行なる三角形をなす所の硝子柱なり、故に光線の三稜柱に來るや、二ケの表面を通過せざるべからざるを以て、最初斜に來れば出入の際卽ち兩度屈折せられ、鉛直に來れば唯一度卽ち之を出つるの際のみ屈折せらるべし、何れの場合

百七十五年なり。

氏の發明が國家に利する大なるを認め國會は二十五年間の特許權を氏に與へたり、氏及び共同者は先づ「ソホ」に於て機關を製せんとし此等の機械に興味を有する人々をば招待して觀覽せしめたり、而して同樣の機關を需に應じて製作し、價格としては舊機關に比して節約し得る燃料の價の三分一を受くるのみにて可なる旨を廣告せり、然るに此節約なるものは舊特所要の燃料の四分三に及ぶを以て新機關の廣く用ひらるゝや製造者の收入は頗る多額に登り、特に「コルンウォール」に於ける如き新機關を使用して鑛山事業を起すもの多かりしかば意外の大收入を獲るに至れり。

然れども新機關の應用は鑛山の採堀にあるのみにして「ワット」が特許權を有せる二十五年間は氏は其機關を完成するを以て專務となしたり、而して氏は此間健康の例に由て勝れざりしに關せず、常に機關の機構に新改良を加ふるに務めて且つ之を他の諸種の目的に使用するの法を考究せり、特に「ピストン」の運動に由て種々の狀態の下に廻轉運動を起さしむるの最良法を考案せしが千七百八十一年より八十五年の間に此目的の爲せる發明を以て四箇の特許を得たり、然るに此等研究の間に氏の改良を剽窃せんとするものありしかば氏は常に其權利を保護するに忙しかりしが、千七百九十九年終に高等裁判所の判決に由て氏の主張の有効なることを確認せらるゝに至れり。

氏が無盡の天才は蒸氣機關に關する工夫の他に種々の方面に於て見るを得べし、今日盛に用ゐらるゝ書輪或は他の書き物を謄寫する器械、蒸氣にて室內を暖むる法、腥刻用として製せる透明にして殆ど大理石の堅さを有する物質、半身像等凡そ肖像彫刻に於ける製作を增大するの器械等は皆氏の小發見に屬す、然れども氏の天才の良紀念碑たるものは勿論蒸氣機

○レンズ(透鏡)

レンズは兩面共彎曲し、或は一面彎曲して一面平なる磨ける透明體にして、其用は光線を屈折して以て見る所の物體を擴大し、或は縮小するにあり、概ね硝子を以て製せらるゝも、眼鏡等には其堅固なるの故を以て水晶を用ゆるものあり、形狀に由てレンズを大別して二種とす、集光レンズ及び散光レンズ之なり、而して彎曲面とは實際に於ては球面の一部たるものとす。

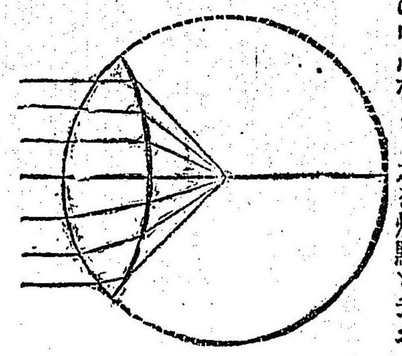
○集光レンズ

集光レンズとも稱し三種あり、兩面凸なるもの（兩凸レンズ）、一面凸にして一面平なるもの（平凸レンズ）、一面凸一面凹なるもの（メニスクス）是なり、何れも皆中央部に於て最も厚しとす、此種のレンズは名の如く光線を屈折して前よりも互に近く集まらしむるものにして、肉眼の及ばざる遠距離の物體を見るべからしめ、且

つ之を擴大するものなり。

兩凸レンズの兩面一樣なる彎曲をなすものに在ては、平行光線は屈折せられて盡く一點に會す、卽ち最初光線を受けたる面が形づくる球の中心なり、之を燒點と云ふ、集合し來る光線は此點とレンズの間に會し、離散し來るものは此點の他方に會すべし、此等の場合に於て肖像は倒なり、宜しく圖を畫きて見るべし、平凸レンズに在ては平行光線の燒點は其凸面が一部を形くる球の直徑の端にあり、上圖は兩凸レンズに於て平行光線が燒點に會するの狀を示すものなり。

第二十圖



凸面レンズは光線を集合すると共に、其燒點に熱を集むるものなり、今老眼鏡(凸面)を日光に曝せば、光に一點に輝き集まりて燒點を記し紙片等に點火すべし、凡て燒點に於ける熱が通常日光の熱より大なることは、恰もレンズの面積が燒點の面積より大なる比に等しと云ふ、卽ちレンズの面積を百平方吋、燒點のを四分一平方吋と

闘にして實に氏の名をして不朽ならしむるものなり、此發明が人生工業の全領地を改革し吾人の製造、技術、商賈及び社交的娯樂の上に及ぼす力は一世紀迄は不可行の事なりしならん、而して最も壯會の狀態に變化を來たせるものとは之を滊車、滊船に應用せしにあり、千八百三十年「リヴァープール」と「マンチエスター」間の鐵道の開通は始て旅行の如何に大速力を以てなし得らるゝものなるかを實際に證明したり、該應用は今や到る所見ざるはなく小兒と雖ども能く知る所なり。

千八百五年「ワット」は官立公會の會員に擧げられ、翌年「グラスゴー」大學より法學博士の學位を受く、千八百八年佛國學會の會員に撰ばれたり、千八百十九年九月八十四歳を以て沒す。

氏の傳を終るに際して左に「ジエフレー」卿が氏の人物を評したる一節を拔萃すべし。

器械學に於ける大造詣を取り去るも「ワット」は非凡の人物にして許多の點に於て人を驚かすに足るべし、當時恐らくは氏の如く諸般の學科に渉りて然も正確なる見識を有せるものなかりしならん、氏は多く讀み而してよく之を記憶せり、氏の理解力は非常に速に記憶力や扱群なり、殊に千態萬狀の現象中より其重要なる部分を拔萃する組織的頭腦は稀に見る所なりとす、諸科の智識を攝著することは廣大にして常に之を一括して自己の有となすを以て各種の問題に付き說明は口を衝て出で、皆恰も昨今研究中なるかの如く精確富贍明晰を極めたり、氏が化學技藝或は理科一斑に於て養ふ所ありしてとは或は氏の職業より察し得べしと雖ども、其考古學、心理學、醫學、字學等より家庭に在ては建築術、音樂並に法律等に至るまで一として精通せざるものなかりしてとは恐らくは人の知らざる所ならん、氏は又近世國語に通し各國文學の新

すれば、太陽熱の強めらるゝこと正に四百倍なるべし。

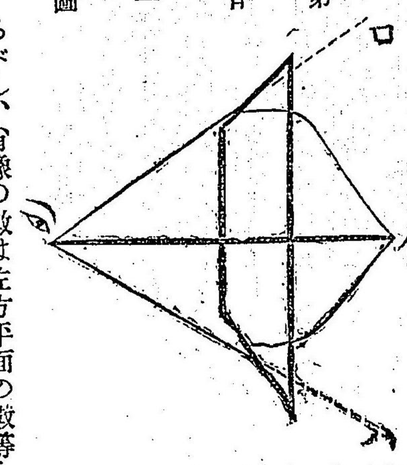
遠距離の物體例へば星より來る光線は、距離の自乘に由て其強さを減ずるが故に、吾人の目に達する頃は甚だ微弱となるものなるに、凸面レンズは此等の光線を無數に集め以て其強さを增さしめ、燒點に日を置けば明かに其星を見るを得るなり。

○散光レンズ

或は凹面レンズとも稱し同じく三種あり、卽ち兩面凹なるもの（兩凹レンズ）、一面平なるもの（平凹レンズ）、及び一面凹にして一面凸なるもの（凹凸レンズ）是なり、何れも中央部に於て最も薄きものとす、此種のレンズは前者に異なり皆光線を屈折して散して物體を縮小し、凹面レンズが集合及び擴大の用をなすべきなるものなり。

屈折中間物の兩面相平行するものに於ては、出入の際光線は屈折せらるべしと雖ども、前後の方向は平行なるべし、之に由て吾人が硝子窓を通してながむるも、室外の物體或は顚倒し、或は擴大するのことなく、殆んど其眞の位地に見るものなり、硝子の表面不規律なるときは然る能はずして物體の歪むを見るべし。

第廿一圖



平凸レンズの凸面を左圖に示す如く數ケの平面に切りたるものは、一ケの物體を數ケに見せしむべし、（イ）を物體とすれば兩面に鉛直なる光線と、各面に由て屈折せらるゝものと盡く目に入るを以て（ロ）及び（ハ）にも肖像を見るべし、肖像の數は左方平面の數等しとす。

○重屈折

或物質重に礦物は之を通過する光線をして二樣の途を取らしめ、由て二箇の肖像を生せしむるものあり、之を重屈折と云ふ、炭酸石灰の結晶（菱形）卽ち通俗方解石と稱するものは最よく此現象を生ずるものにして、之を數行の字を書したる紙片の上に置くときは、各

作に接すること多かりき、大器械學者にして大工學者たる氏が滔々として獨乙論理學者の心理説を解釋し、獨乙詩の材質を批評せるは氏に接したるもの、驚く所なり。

○光學器械の發明及改良

（「ジョン、ドルランド」『ヂエッセ、ラムスデン」、「サー、ウィアリム、ヘルシエル」、等諸氏の傳）

第十三世紀の中頃英國に「ロヂヤー、ベーコン」或は「フライヤー、ベーコン」なる學者あり、諸般の學科に通じ就中光學器械の發明に就て云々したりと雖とも之れ實は氏の信せる理學原理によりて其可能の事たるを推論せるのみにして實驗的に之を證したるにあらざるなり、唯眼鏡の發明は明に「ベーコン」死沒の頃にあるもの、如し、當時の記者の言によれば此發明家は「フロレンス」の人「サルヴァニ、デグル。アルマチ」なるものにして氏は自ら之を秘せしも、同國人「アレキサンダー、ヅ、スピノ」の同じく發明する所となり世に表るゝに至れりと云ふ、此時代よりして蟲メガネも種子の大さを以て製せられたり、然れども爾後殆ど三百年間は光學に於て別に重要なる發見なく、唯十六世紀の初に於て「メシナ」の「マモリカス」及び之に次で「バプチスタ、ボルタ」の兩氏は諸種の實驗を行へしが「ボルタ」氏は窓の小圓孔に固定せる「レンズ」を通過して光線を暗室内に入らしめ室外の物體の肖像を生せしむる實驗をなせり、之れ即ち現今暗箱の起原なりとす、「マモリカス」氏の研究は虹の現象を説明せんとするにありしが及ばずして止み該説明は「スパラトロ」の大僧正「アントニオ、ヅ、ドミニス」の成効する所となり、千六百十一年其論文を出版せり。

望遠鏡の發明も又此時代前後にあるが如し、然れども之に關する傳説には頗る撞着の點あり、夫れ蟲メガネの理は久しく行二通りに見ゆべし、而して紙に載せたるまゝ其軸に由て該結晶體を廻轉せしむれば、二重の行は常に平行して其距離は漸々減じて終に合同し、次に增し又減して再び合同し、更に一度增すべし、即ち一廻轉中に二重の行は二度合同すべし。

第四節　光の分散及び色

○太陽スペクトラム

太陽光線を小孔より暗室内に導くときは、對壁に當て白色の圓點を現するに止まるべしと雖とも、小孔を通過するの後直ちに三稜柱を以て之れを受くるときは、之が爲に分解せられて七色となり、白色の表面上に寫せば長楕圓形の場處を占め明かに見らるべし、之を太陽スペクトラムと云ふ、此七色は恰も原素の物質に於ける如く、百般の色の元即ち單色なるものにして、其最も少く屈折せらるゝものより順に擧ぐれば、赤、橙、黄、綠、青、藍、紫なり而して此等の七色はスペクトラムの場處を平等に占むるものにあらず、紫色は其大部分即ち全景の五分一弱を占むるものなり、橙色は最小部分即ち全景の十三分一强を占め、赤、黄、綠、青、藍、紫なり而して此等の之に由て見れば、日光及凡て白色光は異なれる比を以て合したる七色より成るものなり、此證明を完ふする爲に、吾人はスペクトラムの七色を再び合して白色光線となすことを得べし、即ちスペクトラムを凹鏡面或は兩凸レンズに受くるときは、其燒點に集合して白色を現すべし、又は前記白色を分解したる三稜柱と同形なるものを之れに相接して、恰も一ケの菱形を成す樣に置くときは、分解せられたるもの直ちに合一して、其結果は一ケの三稜柱も之なきに等しかるべし。

七色を合して白色となすの實驗は猶他にあり、即ち圓板上にスペクトラム中各色の占有せる區域に比例して之を七分し、其れ〳〵其色を以て塗沫し、此圓板を適宜の裝置に由て急速に廻すときは、吾人の目は互に相異なれる色を見ることなく、唯全圓板の白きを見るべし、圓板上に中心より半徑を引きて以上七區を定むるときせば、其圓心角は赤、橙、黄、綠、青、藍、紫の順に、四十五度、二十七度、四十八度、六十度、四十度、八十度たるべし

○色の本性

波動説によれば、光の色は之を生する微細なる波の大さに關するものにして、赤色を感せしむるものゝ波の巾は一吋の三萬八千分一、紫色のものは同じく六萬分一にして、其他の色に於ては其中間にあ

知られたる事なれば或は該「レンズ」を二箇相幷べて粗策なる望遠鏡の類を作れるものあるべきは想像せらゝ所なりと雖とも、一般に望遠鏡發明の年月を以て信せらるゝは十六世紀の終末にありとす、而して發明の地は和蘭の「ミッヾルボルグ」市にありて或偶然の原因より起りしものなること又一般に許容する所なりとす、唯之を何人の功に歸すべきやは疑問に屬するものなり、通俗の傳說によれば或眼鏡商の一子が店にて遊び居りしとき二ケの「レンズ」を得て偶然之を適當の位置に離し置き由て塔頂の風信を望見せしに常よりも近く且つ大に見えたりしかば大に驚き父を呼びたるが父は之を見て終に望遠鏡を發明するに至りしなりと、此新機械の驚くべき力は直ちに和蘭は勿論諸外國に傳はり大評判を來たせしが、終に「ヴェニス」に在る「ギヤリライ」の耳に達する所となり、氏は自ら其才と熟練とを以て之を獨立に發明するを得たり。

顯微鏡も又此頃發明せられたるものなるが是れ又其の何人によりしやを知る能はず、兎に角此等器械は光學研究を盛ならしむるに與て大に力ありしものにして當時有名なる理學者特に「ケプレル」及び「デカート」の如きは相次て此學の進歩を促がし、重要なる原則をば益々精算し諸種の現象をば益々正確に說明せり、第十七世紀の初半は實に光學發明の歷史に於て最も繁忙を極めたる時代にして終に千六百三十七年「デカート」の「光線屈折之理」の出版を見るに至れり。

次に有名なるものを「ゼームス、グレゴリー」とす、(氏ハ木星の衛星を觀測しつゝありし際急に光に打たれて盲となり數日にして歿せり齡僅に三十七)氏の著「光學」は千六百六十三年公にせられたり氏は始めて反射望遠鏡を案出せる人にして該望遠鏡が屢々「グレゴリー」望遠鏡と稱せらるゝは之が爲なり、但し氏は之を實際に製せることなく數年後「サー、ア

るものなりと云ふ。

色は物體固有の性質にあらず、其或は赤く見へ、或は黃色に見ゆるは物體が其反射光によるものなり、故に同一物體を藍色中に置けば所以は、其反射光に藍色に、赤色中に置けば赤く見ゆべし、之れ其物體に來る所の光線は藍或は赤のみなるを以て、他の色を反射するを得ざればなり、通常の光（白色）に由て物體が藍色に見ゆるは、白色中の他の色は盡く或は殆んど全く其物體の吸收する所となり、唯藍色のみを反射し或は通過する故にして、其赤く見ゆるは赤のみを反射或は通過し余は皆な吸收するによるものなり、若し夫れ來る所の白色光を分解することなく其全體を反射するものは、卽ち白色の物體にして、光線を殆んど盡く吸收し或一種の色を反射せざるもの之れ黑色の物體なり。

物體の或は赤色を反射し、或は青色を反射するは、其內部の構造に關するものにして、物體の分子或特種の色に對して親和力を有するの狀にあるものは、之を吸收して他を反射するなり、故に同一物體と雖とも、其內部の構造卽ち分子整列の狀を變するに於ては、色も從て變ずべし、一例を擧くれば妖土化水銀是れなり、此化合物は燦然たる深紅色のものなるが、之れを熱して其盡く冷却するときは黃色に變ず、然るに之を搔き雜れば、分子は舊狀に復すると見へて再び深紅の色を現すべし。

○餘色

太陽光線を集光レンズにて集合せしめ、其一部分を三稜柱にて受けて全體を二ケに分つときは、二種の色を生ずべし、例へば赤、橙、黃青となるべきもの相集りて一種の黃色をなし、他の三者相合して青藍色となるが如し、而して此二色は相合すれば白色とならざるを得ず、凡てかくの如く二色相合して白色となるものを餘色と云ふ、赤と綠、黃と紫、橙と青は何れも餘色なり。

今白色臺上に赤色の紙片を置き、見つゞけること暫時にして急に之を取り去るときは、其跡に白色にあらで綠色を見るべし、是れ吾人の目が赤色の感に疲れたるを以て、白色を見ると其餘色のみを見て全體を見る能はざるによるなり、赤紙を見つめ居る際と雖とも、其周邊には既に綠色の徘徊するを見るべし、又或色の光輝ある物體を見つめて閉目するも、同じく其餘色を見るべし。

凡そ色は其餘色の傍にあるとき最も其効をなすものとす、蒼白なる病人の顏は彼が黑色の衣を纏ふに由りて益〻蒼白なるべく、白紙には黑色インキが最も明白にして快き等之なり、花飾又は衣服等に於

てイザーク、ニユートン」の手腕を待てり「ニユートン」の光學研究は其著「プリンシピヤ」中に公にせられ殆ど當代の學說を一變せんとするの勢あり、氏は小孔より暗室内に導ける太陽光線を三稜柱を以て遮り所謂太陽「スペクトラム」を生せしめ、以て從來疑問に屬せる事實即ち第一白色光即ち通常光は事實七種の色より成るてと、第二此等の七色は各屈折の度を異にするてとを證明せり、之れ即ち光の分散なるものなり、氏は又他の實驗に由て光線を同樣に屈折する透明體は其分散力も又同等なるを證し（但し誤說は後に述ぶる如し）由て重要なる結果を得たり、通常望遠鏡の擴大力は全く數ケの「レンズ」を通過するの際光線の受くる屈折に關するものにして光線は之と同時に分散せらるゝを免れず、從てかゝる望遠鏡に由て生ずる肖像に一種の不明を生ずるは自然の結果なりとす、故に屈折望遠鏡には不治の缺點あり、如何

となれば分散力は各物質に於て屈折力に同樣なる關係を有するものなれば所要の屈折を得んには是非共同大の分散を生せさるを得ざればなり、「ニユートン」が屈折望遠鏡の改良すべからざるを感じ「グレゴリー」のなせし如く物體よりの光線を屈折するにあらで之を反射して肖像を生ずるもの、製造に盡力せし所以なり。此誤見破りたるものを「ジョン、ドルランド」とす、氏は千七百六年六月英國「スピタルフィールヅ」に生る、氏の兩親は千六百八十五年「ナンテ」布告の廢止に際して「ノルマンジー」より移轉せるものにして數千の同國人と共に上述の地に絹織物業を開始せり、「ドルランド」も幼年の間は機業を學びしが父の夭逝するに逢ひ益々該業に勉勵せざるべからざるに至れり、然るに氏は夙に數學を好むの傾向あり、十五歲に充たざる頃閑暇ある毎に日時計を製し或は幾何學の問題を解くを樂みとせり、氏は此時書籍とては一冊

も各色が其餘色と相接したる位置を占むるもの最も美なるべし、通常所謂ハユルとは此謂なり。

○スペクトラムの性質

通常の太陽光線は光輝と熱を有するのみならず、化學的作用を存するの力あるものなり、例へば燐及び硝酸銀は日光に曝せば著しき變化を受くべく、寫眞術も或感じ易き化合體に於ける光線の作用により て行はるゝなり、又水素と鹽素とは暗所に於て危險なく相混するも、之を日光にさらせば響きを發して化合すべし、有機物に於ても植物の色素は日光の爲めに變色し、暗室中の植物は蒼白にして病めるが如くなるへし、吾人と雖ども永く日光を仰がざれば同一の結果に陷

日光は以上の如く三ケの性質を併有すと雖ども、一旦之を分解するときは、七色各此等の性質を兼有するものにあらず、光輝は重に黃色に屬し、熱は赤色に、化學作用は紫、藍に重に屬するものなり、之れに由て黃色の物體は他の色のものより强く感ずべく、軍隊の黃色の服裝せるものは深藍色又は灰白色等にて服裝せるものに比して速に敵の觀る所となるべし。

熱の赤色に屬することも、スペクトラムの各所に驗溫器を宛てゝ知

るを得べし、即ち赤の部分に於て最も多く感ずべし、然れども赤色の下即ちスペクトラムの端より小距離の點に驗溫器を置くときは、更に高溫度を示すべし、之れ日光の熱は其光線と共に屈折せらるゝを以て、決して通常時間の四分の一に萌芽すべしと云ふ、もし赤色硝子のものにして唯其度の少きのみなるを示すものなり。

○フラウンホーフェル氏線

太陽光線を分光器と稱する器械に由て分析するときは、スペクトラム中多數の黑線が相平行し各廣狹を異にして現はるゝを見るべし、フラウンホーフェル氏始めて之を發見せしを以て同氏の線と名く、氏は無數の黑線中其著しきもの八ケを取り之にA、B、C等の番號を附せり其位置左の如し。

A及B、赤、C　橙、D、黃、E　綠、F及びG、青　H、紫、

其他此等の間に現るゝ數百の黑線は同氏に由て計算せられたり、今

も有せず悉皆獨修なりし、此等の習慣は終に性をなし時間の乏しきに關せず深く苦ふる所あり、氏は又はやく結婚したりしかば家計上の煩累も從て來り益々勉學の時間に乏しく爲に睡眠を感ずること屢々ありしと云ふ、かくの如くして氏は幾何學及び代數を勉強せしが後物理の諸科を涉獵し特に天文學及光學に熱心なりき、然れども氏の勉學は當時普通に科學と稱せられたるもの丶他にまで及び、解剖學の全體を修得し神學を究め兼ねて希臘及び羅甸の語譯を學び新約全書を交互に意譯するを得るに至れり。「ドルランド」は此等學術の研究をなしつゝも其本職をば孜々として勵みたりしが其子「ピーター」長ずるに及び父の性を受けて學才あり、織物屋より寧ろ學者に適せるものなりければ常に父と共に光學の研究を事とせしを以て、終に千七百五十二年「ジヨン、ドルランド」は絹織業を止めて子と共に光學者として打立ちたり、此に於て氏は全力を擧げて該研究に從事し自ら製作せる器械に改良を加ふること多かりき、吾人は其中最重要なる一を左に述ぶべし。

既に述べたる如く「ニユートン」は屈折望遠鏡の改良を斷念せしが之が爲に後の學者は皆反射望遠鏡の完成にのみ注目したり、然るに該器械は特に大形に製せられたるものに於て取扱上不便を感ずること少からず、鏡面を常に清潔ならしむるの難きことも其一の缺點なりき、加ふるに反射せられたる光線は屈折せられたるものに比して大に弱きを免れざりしかば屈折望遠鏡に生せる肖像の着色せらるゝに關せず通常用には大抵此器械によるを例とせしが、終に有名なる數學者「オイレル」は「ニユートン」を失望せしめたる問題をば大膽にも再び研究し該缺點を補はんと欲し、氏の實驗は千七百四十七年に始まり數年に亘りしが何の得る所なくして止みき、然れども其研究をば「ベ

七色の或る物體中に於ける屈折の多少を測るに當り、各色はスペクトラム中幾多の區域を占むるを以て各點に於て、測れば差異を生ずべし、フラウンホーフェル氏線は幸にも各色中に分配せられ居るを以て、卽ち此等の點に於て各色の屈折力を測るの便あるなり。

○沒色レンズ

異なれる屈折中間物によるスペクトラムは其長さを異にす、前項に述べたる方法に由て測るに、フリント硝子のスペクトラムはクラウン硝子のものゝ殆んど二倍にして、水のもの丶四倍なり、卽ちフリント硝子はクラウン硝子の二倍、水の四倍の分散力を有すと云ふべしレンズも三稜柱と同じく光を屈折し、スペクトラムを現出すべし、故に集光レンズを通過する光線は燒點の一點に集ることなく、多少離散して燒點の周邊に著色せる縁を形るべし、之れ光學器械の用途に於ける大欠點にして、永く困難を感せし所なりしが、二ケの異なる材料のレンズを合して、其一の離散力を他のレンズに由て消滅せしむるの法を以て之れを補ふを得たり、卽ちクラウン硝子の兩凸レンズと、フリント硝子の平凸レンズと兩者の形狀を程よくしたるものを合すれば、後者はよく前者の離散力を消滅して、物體の肖像に着色することなきを得、以て其觀察精確なるを得べし、此二者相合したるものを沒色レンズと稱するなり。

○スペクトラム分析

スペクトラム分析とは、或る物體を發光する迄熱し其光を分析するの謂にして、其目的は之に由て現出するスペクトラムに由て、物體の性質を知るにあり、之れを行ふに用ゆる器械を分光器と云ふ、其構造はコリメートルなる管の一端には集光レンズを嵌め、管の長さを此レンズの燒點距離に等しくし、他の一端には孔を穿ち、捻を以て大小自由ならしむ、今此孔より光線を通せしむれば、レンズを出でゝ平行となるべし、之を三稜柱に受けて分解せしめ、更に望遠鏡を具へて、之を擴大して見るの裝置なり、但し三稜柱の周邊は黒布を以て掩へ暗黒ならしむるを要す。

○スペクトラムの種類

スペクトラムを分ちて三種とす、連續性、線狀、及吸收性スペクトラム是なり。

（一）連續性スペクトラムとは赤色より紫色迄、各色整列し黒線等なきものにして、固液兩體を熱して白色迄を發せしむるときは此種のスペクトラムを現すべし。

（二）線狀スペクトラムとは色の線より成るものにして、物體に由て

ルリン記事」中に公にせしを以て一般科學界の注意を喚起したり、該論文中氏は屈折力と分散力との間に一定の法則あることを報告し、且つ之に付き述ぶる所ありしが直ちに「ドルランド」の駁撃する所となれり、「ドルランド」の主張する所は「オイレル」の法則は「ニュートン」が記載せる一實驗と衝突せりと云ふにあり、之に對して「オイレル」は該實驗及「ドルランド」が之より得たる結論を以て自家撞着するものにして共に許容すべからざるものなりとなせり、「ドルランド」の論文幷に「オイレル」の答文は千七百五十二年「フィロソフィカル、ツランサクション」に顯はれたり、卽ち「ドルランド」が未だ專問光學者として立たざりし時のことなり。

此後數年を經て瑞典の數學者「クリングンスチールナ」は佛國科學會に寄せたる論文中に「ドルランド」が「ニュートン」の實驗より得たる法則の不可許なることを全く幾何學的に證明したり、「ドルランド」は「オイレル」の計算には服せざりしも此論文に反抗する能はざりしが然も其說が「ニュートン」の實驗の明白なる結果たるは一般の認むる所なるを以て誤謬は「ニュートン」の實驗にあらざるべからずとなせり、之を決する唯一の方法は凡て理學の源泉卽ち自然の證明に依頼するの外なかりき、從來「ニュートン」の實驗の精確なるを信ずるの厚き何人と雖ども其足跡を追ふて實驗を試み「ニュートン」が如何なる點に於て誤謬に陷りしやを研究するものなかりしが「ドルランド」は終に之をなさんと決し千七百七十五年に實驗を始め一年半の間は絕ず同一問題を捕捉して離さゞりしが、千七百五十八年六月其成績を官立公會に提出するの運となり最重要なる發見を報告するを得たり、氏の實驗は唯に氏が屈折力と分散とに關して得たる法則を打破するのみならず、同時に反對論者の說をも論破

異なり、凡て元素が甚だ稀薄なる氣體の狀に於て發充するときに生するものにして、元素の鹽類を燃燒すれば可なり、今二三の元素の線狀スペクトラム中に現はるゝものを記せば左の如し。

ソヂウム　黃、　ポタッシュ　藍紫の間に紫及赤の端に赤、

リシウム　赤、　橙、　黃、

以上は皆元素固有のものにして、以て物體中此等の元素の有無を知るを得べし、此現象は甚だ銳敏なるものにして、食鹽の如きは四千萬分一グラムなる非常の小量を以するも、よくソヂウムのスペクトラムを現出せしめたる處へ、強き電光をしてソヂウムの焰を通過せしむれば、電光は連續性スペクトラム中ソヂウムのもの丶占有したる部分に黑線を現はすものなるに、此時の結果は連續性スペクトラムを現はすものなるなり、之れを說明せんに電光の中ソヂウムの光線と同震動數を有するものは、之に合して之を强くするも、其一部分を失ふを以て自ら弱るなり、卽ち略して言へば吸收せらるゝなり、之れ其黑く見ゆる所以なりとす。

(三)吸收性スペクトラムとは、例へばソヂウムのスペクトラムを現はすものなるに、此時の結果は連續太陽光線の吸收性スペクトラムを現出するは、太陽の周圍に存在する特種の瓦斯の吸收作用によるものなり、故にフラウンホーフェル黑線の位置に就て考へ、實驗を重ぬれば、其瓦斯の如何なるものなるやを知るを得へし。

○虹

虹は必らず雨あるときに顯れ、且つ太陽に反して見ゆるものなり、太陽の地平線にあるや其形圓をなせども、下部は地球の表面に遮られ唯半圓を見得るのみ、若し高山の頂に登らば半圓以上を見ることを得べし、太陽の地平線上にあるや虹の見ゆる部分は益小なり。虹の原因は太陽光線が雨滴の爲めに、其中にて反射せられ屈折して出るにあり、卽ち各雨滴は三稜柱の作用をなし光線を分解するものにして、見る人の目には一滴より唯一色のみ入り、他の滴より他の色入り、此久しく弓形のスペクトラムを完ふするものなり、人は二人同一位置を占むる能はざるを以て、各人見る所の虹は正密に相同き能ざるべし。

虹は屢々二ケ相重りて現はるゝことあるべし、內部のものを第一虹と稱し、其光線は最も明かなり、外部卽ち所部のものを第二虹と稱し、其光線は第一虹を現出する光線よりは更に一度、雨滴中にて反射し出で來るものなれば自ら弱きを免れず、第一虹に在ては各色の整列太陽ス

したるものにして此等は皆一樣に上の兩力は常に一定の關係を有すとの「ニユートン」の僻説を信じたるに基けりとせり、卽ち「ドルランド」の發見せる所によれば兩力は全く關係を有せず、卽ち兩物質が同屈折力を有するも其分散力は甚だ異るを得べく、又其逆も眞なり、例へば「クラウン」硝子と「フリント」硝子は屈折力を殆んど同じくするも分散力に於ては前者は後者の三分二に過ぎざるなり。此發見は屈折の全問題を維新し直ちに屈折望遠鏡の大欠點を補ふの方法を指摘せり卽ち所要の屈折度を保持し同時に光線の分散を防ぐにはかの沒色「レンズ」なるものを製するにありしなり、此考案を實行するまでには實驗を要する點多々ありしと雖ども「ドルランド」の耐忍と天才とは終に其成效を見、舊機械に現はれたる着色境界を殆ど消滅せしむるを得たり、此成效の始めて外國に傳へらるゝや大陸の數學家は多く之を信ぜず、特にペクトラムに同し、卽ち赤最下にして紫最上にあり、第二虹に於ては其順を逆にす。

凡そ空中に雨滴あり、太陽之を照すときは必らず虹を生ずるを以て、適當の位置にある人の見る所となるべし、瀑布等の水烟中にも屢現出する所にして、又口中に含みたる水を吹き出して霧をすと見る事を得へし。

○暈

暈とは太陽及月の周圍に現はるゝ有色の輪にして、大氣の上層に浮べる氷の小結晶が、光線を屈折離散するにより生ずるものなり、其多く月の周圍に現はるゝものは、太陽の光強くして日暈は其光輝を失ふによるなり。

○燐光及螢光

今金剛石を少しく熱するか、又は暫時日光にさらすの後、暗室に置くときは自ら光を發すへし、硫化カルシオムの粉末、螢石等又同じ現象を呈すへし、此等の現象を稱して燐と云ふ。

同屈折なる現象は或液體にも顯はるへし、例へばキニー子液を日光に曝せば、元來無色透明の液なるに美なる靑色を呈すへし、之を螢光現象と云ふ、其燐光と異なる點は燐光に於ては暗室中に去て暫時光

「オイレル」は尙自家の說を主張し「ドルランド」の望遠鏡に於て肖像の明白なるは光線の不同屈折を訂正せるにあらで他の原因にありて然るなりと言へしが終には自己の誤りを悟り淡然として降服せしと云ふ。

此大發見に由て官立公會は「ドルランド」に送るに「コプレー」賞牌を以てせり、新望遠鏡は其後著しく改良せられ氏の死後益々完成せられたり、曾時にして「ドルランド」の名聲は全歐に嘖々として當代の大理學者の地步を占むるに至れり、千七百六十一年官立公會の會員に擧げられ、國王陛下の光學者に任せられたりしが氏は永く此等の名譽を受くることなく同年十一月三十一日其八しく從事せる新版數學論文を閱しつゝありし際急に卒倒し數時間を出でずして沒せり。

「ドルランド」の名は吾人をして「ジエッセ、ラムスデン」の名を想起せしむ、氏も又英國の光學者にして「ドルランド」を

を發し、螢光に於ては日光より遠ざけらるゝや直ちに消滅するにありとす。

第五節　光學器械

（一）眼

眼は吾人が之に由て物體を見るを得る天然の器械にして、其精巧驚くべし、詳細なる說明は生理學のよる所なれども、今物理に關するに當り、先づ其構造の大要を記さゞる可からず。

眼は十ケの部分より成るものなれども、外部に現はるゝは唯三部分に過ぎず、卽ち角膜、虹彩膜、及瞳子是なり、角膜は眼の前部を掩ふ所の透明膜にして、眼球の他部分に比して凸面をなし、虹彩膜は角膜の中央に住する圓形膜にして、所謂黑眼、綠眼等は此膜の色にて區別するものなり、虹彩膜に圓形の孔あり是れ瞳子にして、光線眼中に入るの門戶なりとす、右圖は眼の橫斷面を示すものにして、（イ）（イ）は角膜（ヨ）（ヨ）は虹彩膜にして其間の孔を瞳子とす。光線は角膜を通過して角膜と虹彩膜及（レ）の間に入る、此の狹き室は淋巴液と稱する水樣液を以て充さる、此處を通れば次に來るものは（レ）なる透明體にして、其形により水晶體レンズと稱せらる、レ

同じく元來此學の爲に教育を受けたることなきなり、「ラムスデン」は千七百三十五年「ハリファックス」に近き「サルテルヘッブル」に生る、幼年時代に受けし教育は羅甸語の初歩と幾何學、代數學の初歩なりしが長じて業務を執り得る頃には父の爲に學校を退き「ハリファックス」の呉服商の許に奉公せり、二十歳にして「ロンドン」に到り或卸賣商店の番頭となり居ること二年半、閑暇あれば科學の考究を好みしが之れ後終に科學者たるの志望を起すに至りし所以なり、氏は次で當時「デンマーク」王廷の數學器械製造家なる「ボルトン」氏の許に雇はれしが四年の後自ら營業を開始し、光學器械及他の數學器械の破損を修復するを以て業をせしが次第に名聲を得業務の繁多を來たせり、然れども氏は單に自己の職務を果すのみにて滿足する能はず、一器械に逢ふ毎に必ず其缺點を見出し如何にして之を改良すべきやに付て考究するを例とせり、而して之が爲には全く自らの力に由て硝子磨き、幷に鏡、旋盤等光學者の道具の使用法を研究せり、かくの如く實際の熟練と氏の天才及び數學的智識を應用するに足るべき敏捷とを備へて、氏は當時使用せられたる凡ての光學器械を吟味し其短所を補はんと企てたり。

此決心及び氏が之に處せる忍耐心は全く氏をして古今の大光學器械學者の一人たらしめたり、氏が大改良を加へたる器械の目錄には天文學及び之に關連せる學科に於て最重要にして又最使用せらるゝ凡てのものを含有せり、「ハドレー」の象限儀、六分儀經緯儀晴雨計、子午儀等は皆氏の改良を經て新力を得更に精確に實に便利なるものとなれり、特に此終りの二點に於て氏の製せる器械は遙かに從來のものに勝れり、之れ氏の新工夫せる分機械或は目盛機械によるものなりとす、其原理は非常に巧妙のものにして主要部は螺紋の頗る小なる螺旋の廻轉に由

りて硝子鏡の一方を他方に對して極めて僅少の角度を以て廻轉するにあり、此螺旋の廻轉は一回轉の幾分の一にても之を讀み得るの目盛を有せり、氏の發明せる器械中最著名なるは「ハドレー」の象限儀を改良せるものにして、之れ氏の名を不朽ならしめたるものなり、此器械は從來のものに比して遙かに精確なるを以て航海者の最歡迎する所となれり、氏は又「ハドレー」の六分儀を改良して之を完全ならしめた

て進行する指針より成る、夫れ一吋の間に百狀の螺紋を有する螺旋を製するは容易にして之に充分なる長さの柄を固着し其端を稍大なる圓盤の適宜に區分せられたるもの、上にあらしむれば此螺旋の運動を其全廻轉の千分一まで精密に制整するを得べし、今かゝる一廻轉は單に指針を一吋の百分一だけ進むるものなれば指針が降りて目を盛りたる金屬板に感じて與ふる毎に一廻轉は千分一だけ廻轉すれば十萬本の等距離の線が實際該表面の各一吋上に引かれ得べきは明白なりとす、此重要なる工夫の爲に經線局は氏に與ふるに六百十五磅の賞金を以てし、其代りに氏は各種の六分儀一ケ三「シルリング」にて目を盛ることを約せり、氏の機械によれば實に從來數時間もかゝりしものをば僅かに二十分にて出來、加之結果の精確なるは其比較的簡便にして安價なるよりも遙に有要のものなりき、例へば「ハドレー」の象現儀は「ラムスデン」の改良前は其度目の盛り方頗る粗にして、他の點に於ても等しく缺點を有し、「ラムスデン」は之に由て經度を測らんとして其觀測の常に五十「リーグ」(一「リーグ」は三哩)の誤差を生ずるを見たり、然るに氏が之を改良するの結果其最も通俗の器械と雖とも、上述の五分一の誤差を生ずるに止まり、稍精密なるものに在ては凡ての場合に於て一「リーグ」內の誤差たるに止まるに至れり。

氏の業務を開始するや間もなく「ドルランド」孃と結婚したり、孃は既に述べたる沒色望遠鏡の發明家の娘なりしかば、該發明特許權の一部は氏の有に歸せり、千七百八十六年官立公會々員に擧げられ、又千七百九十四年「ピータースバーグ」の帝國學會の會員に撰ばる、千七百九十五年官立公會より金牌を授けられたり。

宣教師「リュイス、デューテンス」は「發明起原の探究」と題する書の著者にして「ラ

べし。

眼球の各部完全なりと雖とも視神經其用をなさゞるものは其結果盲目なり、尚像は網膜に生ずるも腦との交通なきを以て何の感覺をも起さゞるべきなり、黑內障病及視神經麻痺は決して癒へざるものとす。

○網膜に映する肖像

暗室內の小孔より光線を通過せしむれば對壁に當て倒まなる肖像を生ずべし、網膜に生ずる物體の肖像も此理に由て倒まなりとす、然らば卽ち吾人は眞に物體を見るにあらずして唯網膜に生せる肖像然も倒まなるものを感ずるのみ、其實際物體を見る所以のものは此肖像を見て之に由れり、而して此力は經驗に由りて得たるものに外ならずとす、赤兒の如きは之を隨意の距離に置き換ふるを以て物體を握らんとして往々失敗するなり。

吾人は兩眼を有するを以て一物體の肖像は兩眼共に生ずべし、然も一ケを二ケに見ざる所以のものは凡そ物體を見るに當て兩眼は之に對して同時なるによるなり、もし指頭を以て一方の眼球を壓迫し、見

起さず、從て肖像を見ることなかるべし、之に由て視力に二缺點を生ず、若し角膜凸に過ぐれば遠き物體は網膜の前に於て肖像を以て之を見る能はず、唯眼に近き物體をのみ見るを得べし、之れ近視眼なり、尤も中年にして近視眼となりしものは眼球の直徑正しきも水晶體レンズが凸隆して平なる能はざるなれ近視眼のものに等し、又角膜が相當に凸ならざるときは光線は網膜に達するも尚其燒點に會する能はずして同じく物體を見る能はざるべく、卽ち近き物體を見る能はざるなり、之れ遠視眼にして老人の眼は概して之へたる人が老年に及びて全くよく見るを得るに至るものあるは珍らしからざる所なり。

然れども視力の二缺點は眼鏡を用ゆるに由て之を補ふを得べし、卽ち近眼鏡には眼球の凸に過ぐるを調和するに足るべき凹面の硝子を用ひ、老眼鏡には同じく其眼球の缺點を補ふに足るべき凸面の硝子を用ゆるなり、然るときは既に述べたる如く凹面レンズは光線を離散せしめ、凸面レンズは之を集合せしむるを以て、近視眼は燒點を遠ざけて網膜に達せしめ、老眼は之を近つけ同しく網膜に致すを得

ムスデン」と親交の友なりしが「ヲムスデン」の人品幷に素行に關して述べたる一節は頗る面白きものあり、記者は「ヲムスデン」の活潑なること、其理解力の非凡なること、記憶の精確にして永續すること等を述べて氏の最も秀でたる特性は一種の優雅と精密及び完全の嗜好なりとせり、而して曰く「此完全と云ふことに對する感想は氏をして其器械の微細なる部分にも丁寧と精密を盡さしめたる所以にして、此等非凡の自然的性質を以てして又絕へず勉強し、食卓に向ても貪るとなく、睡眠時間を少くし遊戲に耽らず、又朋友の交際をも稀にして凡て此等の時間をば理學器械の改良或は科學著書特に本職に關係ある數學書を讀むことに費やせり、「ヲムスデン」が其過度の勉強より身心を逸するの快樂は折々散文幷に詩の名作に接するにあり、然も氏が晩年頗る佛語に熟し好んで「ボアロー」及び「モリエル」の著作を讀みたるを思へば氏の閑時間に得たる所も決して少々ならずと云ふべし、氏は食卓に對ふ時と雖ども書籍或は筆を放つことなく往々饑を忘るゝことあり、もし病の爲に睡眠を破ることあれば洋燈と書籍は直ちに苦痛を欺き身體の病氣をば精神の進路に從はしむるなり、氏の數學の力に就ては氏の謙遜なる語るを嫌ひしも、もし氏の本職に幾何學の應用を要することあるも決して困らざるべしなど言へることあり、氏の光學に於ける智識は殆んど完全なるものにして、氏が「ボーゲル」及び「オイレル」等の著述に親しかりしを見れば氏の數學上の力は決して少々ならざるを知るなり、若し夫れ器械學上の氏の熟練は今更述ぶるを要せず、氏の本職の各方面に於て氏が最良の職工も及ばざる熟練を以て使用し得ざる道具のなかりしは人のよく知る所にして、器械をば始より終り迄獨自に製造し得たりとはた之れ又誇言にあらず、氏は又圖畫に巧に手蹟も頗る美なりき。」

○視角

視角とは眼より物體の兩端に引きたる線のなす角にして、此角の大小に由て物體は大小に見ゆるなり、今同長の棒二本を取り各其距離を異にして前に置くときは、遠きものゝ視角は小にして近きものゝ視角大なり、故に遠きものは小く見ゆべし、之を以て頗る小なる物體と雖ども目前にあれば其視角甚だ大なるべく、從て同方向に在て遠く隔てる大なる物體を隱すことを得べし、假令は鉛筆を目前に支持するときは、其端は數里外の高山巓に幷ぶを見るべし、かの巨大なる太陽の盈大に見ゆるも又其距離の大なるの致所とす、此の如く物體遠ざかれば視角減少し從て物體を小く見るを以て、物體非常に遠ざかり視角甚だしく小となるときは遂に之を見るを得ざるに至るべし、此限界の視角は一度の三百分一なりと云ふ。

○眼の調節

然れども日常知る所の物體に在ては、經驗は吾人に教へて決して其見かけの大さに由て誤まることなからしむ、卽ち物體外形の明不明、或は其周圍の景狀等によりて先つ其距離を腦裡に浮ぶるを以て其小なりそは思はざるべく、遙かなる森林は目前の叢より低く見ゆる工夫は二三尺の大さに見ゆることありと雖ども、何人も之を侏儒と雖ども、其下に飼ふ馬を見るときは自ら二者を比較し、以て樹木の大さに就て正確の考を起し得べきなり。

眼の最著しき性質の一は調節力なり、瞳子の自ら伸縮して光線の量を適度にするは既說の如くなるが、眼は猶種々の距離に自ら調節し得るの力を有す、吾人今望遠鏡を以て遠距離の物體を見るとせんに、其距離に從て管を伸し或は縮むるの後にあらざれば明に見る能はざるべし、然れども眼に於てはかゝる人爲的の調節を要せず、一尺、五尺、一丈、二丈等の距離に在る物體を連續的に見るを得べし、卽ち眼は直ちに其距離に調節するなり。

砲丸の如き大速力を以て飛行する物體は吾人之を見るを得ず、之れ

「ラムスデン」は其販賣にかゝる諸器械には皆完全なる精巧を極めしめんとを目的としたるが故に、工事をば一々自ら檢査し、又工場には該業各方面に人を定め分業の法を取らしめ大に器械の精製に注意せり、職工の數も六十名の多きに達し業務の繁多なるに至りしが氏の名聲は全歐州に鳴き注文引きもきらざる有樣なれば此大工場を以ても望み通りの迅速を以て器械を製造するを得ざりし然れども氏は苟も氏の名を刻せる器械が如何なる場合に於ても氏の名譽を汚すことなからしめんことをば憂慮し敢て收入の多きを欲せず、もし此需用の盛なるに乘じて更に工場を增大せんには自己の監督が普ねく行き屆かずして器械の粗製を來たさんことを恐れたり、かくの如くなればもし器械が自の所期に叶はざるを見るや其組立に莫大の費用を要せるものと雖ども直ちに之を破壞したりと云ふ、氏の器械は精確、巧美、永久等の特性を有せるにも關せず、常に値を低くし往々他の技術家の製造に係る粗惡の同器械よりも安價に賣ることありしと云ふ。

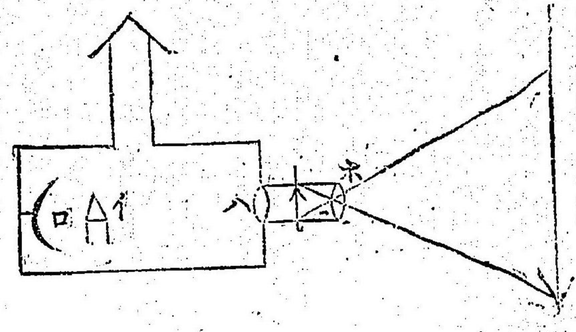
「ラムスデン」は千八百年十一月「ブライトン」に沒す、蓋し氏は此頃健康を損し療養の爲め此地に來りしも遂に及ばざりしなり。

近代天文學發見の歷史に於て最も有名なる一人を「サー、ウィリアム、ヘルシエル」とす、氏も又其高名を博したる學科をば獨學したる人なり、「ヘルシエル」は千七百三十八年「ハノーバー」に生る、貧賤なる音樂師の子にして三人の兄弟と共に父の業を敎へられ習はずして知るの風あり、十四歲のとき「ハノバー」親兵の音樂隊に入り、千七百五十七年、該聯隊の英國に派遣せらるゝや氏は父と共に之に從ひしが父は數ヶ月にして獨國に歸り氏は「ロンドン」に留て一生の運命をトせんとせり、是に於て氏は永く諸種の困難と爭はざるべからざるに至り、重立體鏡は二ケの兩凸レンズに兩眼を宛てゝ或立體物の平面畫を二ケ相幷べたるものを見れば其物體が浮き上りて眞の立體に見ゆる器械なり、畫は其物體の寫眞にして極些少の隔りなる兩點より採影せられたるものとす、之れ左右兩眼に映ずる同一物體の各像は各自其側面を多く見るを以て極些少の差を生ずるに應せんが爲なりとす。

(三) 暗箱

內部を黑く塗りたる方形の箱にして兩凸レンズに由て光線を箱內に集め其燒點に各像を現せしむるものとす、寫眞術は此器械によりて行はるゝものにして、硝子板に光線を感じ易き物質を塗り、燒點の所在に置けば光線に感せる所丈け物質に變化を來すべきを以て各像を得べし、之れ所謂ネゲチーフなるものにして之を紙に直して寫眞をなすなり。

(四) 幻燈



（第二十三圖）

幻燈は透明體に畫きたるものを擴大して布片上に寫す器械なり、上に示す略圖に於て（イ）は燈火にして（ロ）は反射鏡なり（イ）より右方に發する光及（ロ）より反射せられたるもの皆（ハ）なるレンズに由て集合せられ（ニ）なる處に於ける硝子板を照らす、（ホ）なるレンズは又此光線を受けて擴大せる各像を與ふるものなり、各像は倒に寫るべきを以て硝子板の畫を倒まに挿入するを要す。

(五) 顯微鏡

顯微鏡は肉眼を以て見る能ざる小物體を擴大して見るの器械なり、擴大するとは其視角を大ならしむるの謂なり、夫れ兩凸レンズに於て物體が燒點以內にあるときは其同側に各像を生じ、且つ物體より

に英國の北部諸都を廻りて音樂を敎授し糊口の途を得しが遂に千七百六十五年一紳士の周旋に由て「ハリファックス」に於て風琴彈手となり、翌年「バス」に於ける音樂會に於て非常の名譽を博し直ちに該市の「オクタゴン」會堂の同職を命せられ始めて充分の收入を得るに至れり。

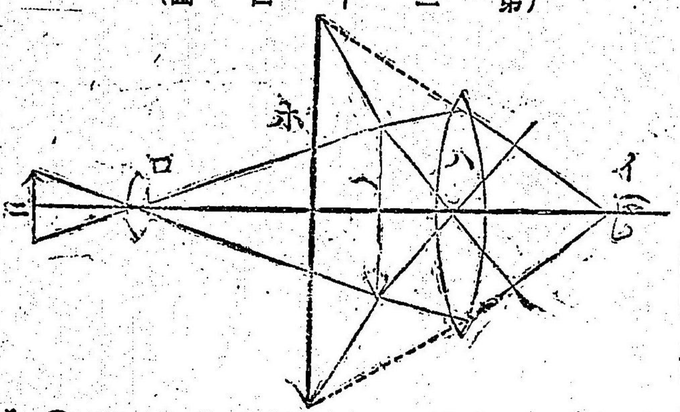
然れども氏は久しく他に望む所あり、嘗て田舍に在て音樂敎師たる際より閒暇あれば新住國の言語に熱心なるのみならず、兼ねて伊語、羅甸語、或は希臘語までも修めたり、當時に在ては此等國語の研究も恐らくは其本職の爲にして博士「ロバート、スミス」の有名なる音樂著書「調階論」を讀みしも又然りしならんも終に該著述より得たる所は全く氏が職業の性質を一變するに至れり、氏は博士「スミス」の說明を讀解せんには先つ數學者とならざるべからざるを悟り致々として勉強する所ありたり。

氏の「バス」に住するや數學を勉強すること益々盛にして終に幾何學の全體を了解し、更に數學に基ける他學科を修めんと欲せしが最も氏の心を引きし者は天文學及び之と離るべからざる光學なりき、氏は既に書籍上に學びたる天體をば實際自己の眼を以て見んことを切望し知人に就きて二呎の「グレゴリー」望遠鏡を借り得之に由て觀測するを樂みしが、終に自ら其一箇を求めんと決し「ロンドン」に在る一友に書を寄せて稍大形のものを購はんとせしが價貴くして氏の辨ずる能はざる所なりしかば、斷然自ら望遠鏡を製せんと志し種々の困難を排して終に千七百七十四年五呎の「ニユートン」望遠鏡を完成するを得たり、之を氏の功名の第一となす。

「ヘルシエル」は是に於て益々理學的職業に熱中し收入の減ずるを厭はずして本職の時間及び弟子の數を減じ尙も强大なる望遠鏡を製せんと企て、久しきを經て七

大なることは既に述べたる所なりとす、之を以て一ケの兩凸レンズは正に顯微鏡の目的に適合するものと云ふべし、之を單顯微鏡と稱す通常所謂虫目ガネは卽ち之なり。

（第十四圖）



異の顯微鏡なるものは複顯微鏡の謂にして二三或は四ケの凸面レンズより成り、之に由て物體にあらずして物體の肖像を更に擴大して見るものなり、固よりレンズは互に相容るべき兩管中に固定せらるゝものにして、之を調節し、或は見るべき物體を置き、或は强き光線を投せしむる等の爲めに夫れ〳〵の裝置を有するものなり、レンズ二ケなる場合に於て光線通過の狀を畫けば右圖の如し。

（ニ）は物體にして之に近き（ロ）なるレンズは對物レンズと稱せらるゝものにして其擴大せる肖像を（ヘ）に生ず、（ヘ）は更に（ハ）なるレンズ卽ち接眼レンズと稱せらるゝものにありて擴大せられ（ホ）に肖像を生ず、目の見る所は卽ち之なり、今（ロ）の擴大力を二十とし、（ハ）の擴大力を四とすれば物體の擴大せらるゝこと八十倍なり、卽ち顯微鏡の擴大力は兩レンズ擴大力の積なり。

氏は既に書籍上に學びたる者にとゞまり、實際に於ては頗る複雜せる物體にして、次に顯微鏡の擴大力を知るの法を述べんに、金屬板上に附着せる硝子板に一ミリメートルを百等分せるもの、若しくは二三十等分せるものを鏡下に照らし、其一區分の擴大せられたる長さを眞の長さにて除すれば要する擴大力を得るなり。

○太陽顯微鏡

此顯微鏡の用は太陽光線を假りて物體の肖像を暗室內に寫すにあり、恰も幻燈に等し、卽ち暗室の小孔より光線を導き、平面鏡に由て反射して水平管を通過せしめ、擴大せらるべき物體を照らさしむるなり、其水平管に入るに際し先つ凸面レンズを通過し、更に第二のレンズありて光線を物體に集め明ならしむ、而して器械の他端あるレンズが之を擴大して布片等に肖像を生ぜしむるなり。

（六）望遠鏡

望遠鏡を分て屈折望遠鏡及反射望遠鏡の二種とす、屈折望遠鏡の最

呎、十呎、及び二十呎の燒點距離の望遠鏡を製するを得たり、此等の器械に鏡面を固定するに當り氏の忍耐心は實に感ずべきものあり、七呎のものに付て氏は實際之を固定して一々試驗すること二百個にして終に適當なる一ケの鏡面を得たりと云ふ、氏が鏡面を準備せんとて坐を占むるや十二三時間は一分も休息することなく食事の時來るをも知らず、又作事しつゝあるものより手を放つことを欲せずして妹に命じ直接に食物を氏の口中に入れしむることしばくなりき、氏か鏡面に適當の形狀を附するや法則にあるよりも寧ろ天然の才により、一旦手を付けたる仕事は中途に休息すれば完全なるを得ずと言へり。

「ヘルシエル」が最も名聲を博したる大發見は千七百八十一年三月十三日にありき、氏は天體の觀測を行ふこと爰に殆ど一年半なりしが、此夕望遠鏡（自家の製造に係る七呎の反射望遠鏡）をば天の一方に向けしに群星中に在て燦然として一段の光輝を發する一星あるを見之をば詳細に觀測せんと志し、數時間の後再び之を窺ひしに奇なる哉其位置は明かに前に異るを見たり、此事實は翌日に至り益々爭ふべからざるものなるを確めたるが、初は其同一星なるやを疑ひしも尚も數日觀測を行ふの結果凡ての疑團を氷解するを得たり、氏は是に於て觀測の結果をば天文臺長博士「マスケリーン」に報せしに博士は此光輝を以て新彗星に外ならずとなせり、然れども其後數月間の連續的觀測は此說の誤れるを示し其實際未發見の遊星なることを明にせり、此新世界は卽ち吾人の地球が屬する太陽系の一遊星にして發見者は英王の名を以て之を「ジヨーヂ」星と呼びしが大陸の天文學者は一般に「ヘルシエル」或は天王星と呼べり「ヘルシエル」は尚ほ引續きて觀測を行ひしが該星に關して許多の細件を確知し、吾人をしてかくも無限の空間を走り

簡單なるものはガリレオの發明に係る者にして、對物レンズ凸面にして接眼レンズ凹面なるものなり、平行光線先つ對物レンズに由て集合して其燒點に倒像を生ずるの理なるも、其前に凹面なる接眼レンズあるを以て其集合力を減じ、物體は管の端に於て明かに見らるゝなり。

星學上に用ゆる物レンズに由て其燒點に倒像を生じ、接眼レンズは其燒點が前者と同一の點にある樣に固定せらるゝを以て、此倒像より離散し來る光線を屈折し以て明に見るを得せしむるなり。

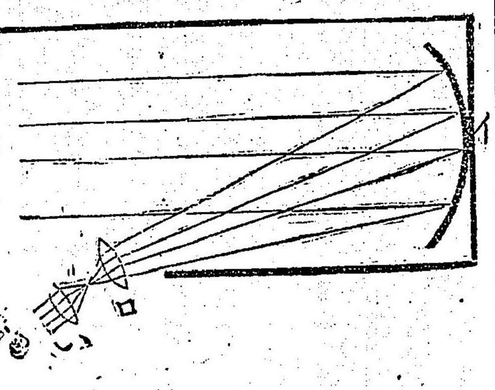
天體の觀察に於ては倒像の倒まなること毫も妨なしと雖とも、地上の物體を見るに際しては不可なるを以て通常の雙眼鏡に於ては更に二ケのレンズを加へ以て倒像の倒立を防ぐなり。

○反射望遠鏡

反射望遠鏡はニユートンの發明に係る、對物レンズに代ゆるに凹面鏡を以てせるものにして多くの種類あれども今ヘルシエルの作りたるものによりて其理を說明すべし。

（イ）は凹面鏡にして管の最端に固着せられ、平行光線を反射して盡く（ロ）（ハ）なる接眼レンズに集まらしむ、卽ち觀側者は天體に背きて立ち凹面鏡に由て反射せられたる倒像を接眼レンズに由て見るものなり、勿論觀側者の位置は光線が管の開端より入るを妨げざるべからざるものとす、ヘルシエルの作りたるものは長さ四十呎直徑四呎ありと云ふ。

（第二十五圖）



第五章　音響學

第一節　音の傳達

○音の性質

音は彈性物體の振動に基きて起る者にして、空氣或は他の中間物に由て傳達せらる、其狀物體は衝突或は打擊に由て分子の振動を生じ、此の振動は假令は空氣の相接せる部分に傳はり、それまりそれ

其見たる所を報告する天文學なるものゝ力に驚かしむる若あり、先つ此新星の直徑は殆ど地球の四倍半にして其大さは同じく殆ど八十倍あり、該星の一年は吾人の八十三年と等しき永さを有し、其太陽よりの距離は殆ど十八億哩なり、又其密度は地球に比して殆んど二十二の百に對する如し、故に其全重量は地球の十八倍程なるべし、終りに天王星の表面に於ける引力は落體をして第一秒には僅かに十四呎（地球表面に於ては三十三呎）の終速を得せしむるものなりと云ふ、「ヘルシエル」は其後續て天王星に屬する六個の衛星を發見したり。

天王星の發見は直ちに「ヘルシエル」の名を四方に傳へ、數ケ月にして國王より三百磅の年金を賜はりしかば氏は「バス」に於ける職務を全く辭して「ウィンゾル」の近傍「スルー」に來住し、是に於て全心を科學に傾け終に望遠鏡の製造と天體の觀測とを以て一生の事業となすと傳はりて諸方に及ぶものにして、恰かも池の面に小石を投ずる時には無數の小波を生じ遠く四方に傳達するが如し、而して爰に注意すべきは最初に運動を起したる水波は自ら走りて遠く至るに非ずして、唯其運動を相接せる部分に傳ふるにあるが如く、音に於ても吾人の耳に入りて聽覺を起す所の波は最初に振動體より振動を受けたる部分に非らずして、順次に其相接せる部分に傳へたる波の最終のものたるなり。

音の振動に基くの事實は頗る悟り易しとす、今ピヤノ或はオルガン等を奏するの傍に立つ時は、身體の著しく震ふを見るべし、樂器に手を觸るれば又樂器の震動するを感すべく、鐘の鳴る際に於ても同樣なりとす、もし杯を打ちて之を鳴らし手を觸るれば同じく振動を感すべく之を握れば分子の振動を止むるを以て鳴らざるに至るべし、其他日常見る所に許多の例ありとす。

○發音體

凡て音を發するものゝ必しも發音體にあらず、彈性なきものゝ假令れ共彈性を有するもの柔き綿の如きは槌を以て打つと雖ども音を發せず、是を以て音樂は掛氈を以て壁を掩ひたる室内にては大に其の妙を失ふべく、聽衆多き室内に於て演說者の聲が空室に於ける如く響かざるもの又之れが爲めなり。

○音の傳達

排氣鐘試驗例中に既設したる如く、音は眞空中には傳播せずして必ず一個の中間物を要するものなり、通常吾人の耳に達する音は空氣に由りて傳達するものなるが、苟も振動體と吾人の耳を連接する物質は同しく振動を傳ふるものなりとす、假令は吾人は水中に在て能く聽き得るが如し。

一般に液體は氣體よりも、固體は更に液體よりも能く音を傳達するものとす、船上の人の甚だ隔てる處に相語るを得るは水の能く音を傳達するにより、材木の一端に耳を附くる時は他端を針にて輕く指すをも明かに聽き得る、又は軌道に耳を寄せて汽車の遠くより來るを知る皆固體に於ける例なり、野蠻人は此理を悟り地上に伏して敵の來襲を豫知すと云ふ。

空氣は稀薄なる程容易に音を傳達す、卽ち音の多量を傳達するものなり、（但し其の速度の大なるにはあらず）是を以て高山の頂に在ては遙かなる人聲の甚だ近きを感じ、海面に於ては小銃の發射も鞭の鳴るに過ぎざるなり、彼の海底に沈める潛水鐘内の空氣は水の

に至れり、天文學の氏に貪ふ所は此他頗る多々なりと雖ども吾人は其詳細を述べざるべし、氏は又反射望遠鏡に種々有要なる改良を施すと同時に頗る巨大なる從て強力の望遠鏡を製するに勉めたり、氏の製せる望遠鏡の最大なるものは有名なる四十呎の者にして國王の爲に「スルー」に於て製せるものなり、該鏡の製造は千七百八十五年の末に始まり千七百八十九年八月二十八日を以て完成せり、同日此器械に由て土星の一衛星を發見せしが之れ該遊星に屬する衛星の第六番目に發見せられたるものにして同第七も其後同器械の發見に係れり、此望遠鏡は爾後天文臺より取はづされ氏の子「ジョン、ヘルシエル」の製したる半大のものを以て之に代へり、「ヘルシエル」は後に望遠鏡は必ずしも大なるを貴ばずして二十呎より二十五呎までを最も擴大力の大なるものとなせり。

「ヘルシエル」が天文學に熱心なるは數

年の間天に星の見ゆる限りは如何なる時と雖も決して眠らざりしと云ふ、氏は季候の如何を問はず凡て明地或は花園に於て且つ助手なしに觀測を行へり、氏の特性は望遠鏡の製造にのみならず之を使用する上にも表はれたり、「リッチモンド」に於ける官立天文臺に一人の助手あり先に「ラムスデン」ノ工場に職工たりしものなるが「ヘルシエル」の觀測を行ふを見て舊師の言を想起せざる能はずと言へり、「ラムスデン」が最良望遠鏡の一個を完成するや此職工に語て曰く、「之れ余等光學者の達し得べき完全の度ならんと信ず、もし後來望遠鏡の製造に重要なる改良を加ふる者あらんか、其人は必ず吾人に由て其術を學びたるてをなき人ならん」。

「ヘルシエル」沒する數年前「オツクスフォルド」大學は法學博士の稱を與へ、千八百十六年「レーゲント」親王後にジヨーヂ」第四世陛下より勳章を授けられたり、千百八二十二年八月八十四歲を以て沒す。

◉化學者列傳

○ゼエンバプチスト、デユーマ氏

一千八百年七月十四日「スウイツランド」の「アラー」町に生る「デユーマ」は小學校を卒へたる後、海軍に志さんとせしかども或る阻碍の爲めに果さず、遂に町の製藥所に出勤するに至れり、されを幸にして此業務は其嗜好に投せしと見へ、之よりして理學に志さんとする傾向表はれたり、而して又藥局生の職務たる此目的を果すに好機會を與へたり、尙之れのみならず「アラー」町四圍の境遇は最も「デユーマ」の心を刺激せしめたり、卽ち「ガラス」製造所、陶器業、鉛及「アンチモニー」熔融所の如きものありて絕へず此若年の藥局生の心を刺激して化學と工業との關係に付て深く考へしむるに至れり共其の速度は常に同一なるものとす、卽ち瓦斯體の化學的性質が同じき間は速度は密度に關せざるものなり、何となれば振動を起す所の力卽ち壓力は瓦斯體の密度に正比すと雖も、其の動かすべき質量と又密度に正比すべきを以て兩者相平均し、速度は依然變ずる所なかるべきなり。

同一中間物內音の速度は又其強弱に關せざるものとす、若し然からざれば音樂等に於て異なれる器械の音律は異なれる時に於て各人の耳に入るべきを以て調和を得べからず、又各人も其の距離を異にするを以て互に異なれる樂譜を聞くべきなり。

音の速度は光に比して實に小なりと云ふべし、卽ち音の千百二十呎を行く間に光は十八萬五千哩を走るなり、此の兩速度の差は小距離の所に於て見るを得べし、假令ば十間計り隔てる處にて薪を割る人あらんに先つ斧の木に達するを見て然る後に其音を聞くなるべし、大砲の音も其の閃光を見たる後にあらざれば達せざるなり。

此の終りの例に由りて音の速度（空氣中に於ける）を測定するを得べし、卽ち閃光を見たる時と音を聞きたる時との間の時間を知り、之を以て其の距離を除すれば音の速度を得べきなり、或は又速度の千百二十呎なるを知れば、其の時間（秒數）との積は距離に等しかる上壓力の爲に壓せられ其密度を增すを以て余り自由に音を傳へ、其の中の人をして語るの尙苦しきを感せしむ、概して塞き空氣は暖きものより能く音を傳ふ、兩極地方に於ては兩人一哩を隔てゝ相語るを得べしと云ふ。

○音の强さ

池面の水波が遠く擴かり行きて遂に消ゆるが如く、音も遠きに傳はるに從ひ其の强さを減ずる若なり、若し空氣が全く靜穩にして一樣の密度を有する時は、音の强さは振動體よりの距離の自乘に逆比して減ずべし、假令は大砲の音を二百呎の距離に在て聞く時は、其の强さは百呎の距離に於ける强さの四分の一なるべし、此の理は光の氣の波は振動體を中心として球狀に擴がるものにして、球の面積は半徑の二乘に比例すればなり。

○音の空中の速度

通常の狀態華氏六十度の溫度に於て音の空氣中に傳達する速度は一秒に付き一千百二十呎とす、卽ち一哩を行くに殆んど四秒四分の三を要するなり。

空氣の密度に由て音の傳達せらるゝ量に差異あるとは既述の如くな

り、後年自から記せし所に由りて見るも、屢、其年少時代の感化力の大なりし事を錄せり、

されど「アラー」の以て大業をなすべきの地にあらざるを知り、十六歳の時其住慣れし故郷を去らんと決心し徒歩にて「ゼネバ」府に至れり「ゼネバ」には緣家ありしを以て其周旋により「ラー、ロオヤー」の藥局生となれり。

「ゼネバ」は其當時も今日の如く理化學の中心にして事々物々一として此青年の才智上の慾望を刺激せざるはなく一氣呵成其智識を廣めんとするの心をして寸時も抑ゆることを能はざらしめたり、「デラリーブ」は當時化學を講じ「ピクテ」は物理學「デー、カンドール」は植物學を教授せり、何れも皆理學史上錚々の人物なり、「デューマ」は天性人に長たるの德を具有せしと見へ、其學生たりし時より既に種々の學術研究會又は同輩の親睦會等に於ても常に其の牛耳を取れり、而して同輩も亦其技倆を是認して實驗化學上彼より得る所あるべしと信せり、果して「デューマ」は「ガラス」を以て種々の理化學用器械を創製して、其嚆望に答へり、後「セオドレー」及び「カンドラー」等の知遇を被りて學術研究の爲め各地に派遣せられたり。

されど「デューマ」は此の如くにして止むものにあらず、更に一歩を進めて他の方向に向へり、其智識の增進すると同時に其眼界は益擴大せり、而して「デビー」、「ベルゼリユス」、及「ゲー、ルーサック」等の著明なる發明と、彼の熱心をして燃へ立たしむるの導火線となれり、而して彼の如き豐富なる才智を有する者は先輩の跡を墨守するを以て滿足するものにあらず、必ずや、人の未た發見せざる學園に投じ新問題を解釋せんと欲する知るべし其最初手を着けし所のものは如何と云ふに敎授「ホフマン」此の事を記載して曰く、

べし、光の此の距離を走る時間は非常に微小なるものなるを以て算入するを要せざるなり、假令ば電光を見たる後三秒にして電鳴を聞かば其の發せる雲は三千三百六十呎の上にあるべく、其の間の短きに從ひて雲も近かるべし。

然れ共瓦斯體の温度著しく上昇する時に振動を起す力は變せざるを以て頗る少許の質量を以て同じき働を得べし、從ひて傳達の速度大となるべし、故に音は冷なる空氣よりも暖き空氣中に速かに走るものなりとす。

○液體固體中の音の速度

水は空氣に比すれば其傳達の速度四倍以上にして鐵は十倍なり、木は其の種類に由りて十一倍乃至十七倍なり、今長き材木の一端に耳を着け鐵槌を以て他端を打たしむる時は木は空氣よりも速かに音を傳ふるを以て兩度に其の響を聞くべし、同理に由りて長き鐵管の一端に於て鐘を鳴らす時は他端に於て二回其の音を聽くべし、一は鐵の速かに傳へたるもの、他は管中の空氣の少しく後れて傳へたるものなり。

○音の傳達する距離

大氣は温度、濕度、密度等に於て常に變化を免れず、又其の運動の方向幷に速度を異にするを以て音の傳達する距離に付きて一定の法則なし、最高調の人聲は一哩の八分の一の距離に達し得べし、小銃の響は五哩に達するを得べし、大氣中音の最遠く達せし事實はセントヴインセントの噴火山破裂が三百四十哩のデメラヽに聞へたるにありと云ふ。

如斯音の遠くに行くに從ひ遂に聞へざるに至るものは其大氣中に離散するに由るを以て、若し長き管中を通過せしむる時は尙ほ遠きに達するを得べし、今三千百二十呎(半哩强)の鐵管を以てすれば、極めて些微の獨語も明かに聞ゆべしと云ふ、醫家の用ゆる聽胸器も此の理を應用したるものなり、管の長さ短きものと雖も尙ほ之れを用ゆる時は音を遠く傳ふるを得べし、水夫の使用せる會話ラッパ等の如し。

○音の反射及び屈折

音の反射の法則は凡て熱、光等と異なるとなし、卽ち反射の角は入射

「諸種の硫酸鹽及び他の商品用鹽類を分析せしに其中に含有せらるゝ所の水は常に一定量にして決して其割合を變ずるとなきを發見せり、されど是迄未だ嘗て此事を記せる書物を見ざりしを以て其觀察の果して正しきや否を確定せんとして非常に苦心せる後其の相違なきを見るや或る日早朝其師「デラリーブ」の元に來り蠢爾として己が研究せし結果を記載せる記錄を示せり「デラリーブ」は之を通讀して暫時默然たりしが非常に驚愕せる樣子は被ふ事能はざりし、之を讀み終るや「デユーマ」に問ふて曰く「此實驗をなせしは眞に汝なるや、汝なりと、然らば此實驗を爲すには非常に長日月を要せしならん、實に要せしと、果して然らば汝は遇然にも「ベルゼリユス」と同問題を研究しつゝありしなり、「ベルゼリユス」は汝より以前に之が研究を始めしも年已に老いたり汝は尙春秋に富む、其造詣する所蓋彼に勝るものあらん、請ふ自愛せよ、何はともあれ來りて余と共に朝餉をなさずや」と其師の「デユーマ」を親切にせしは此後も變ずるとなく爾來屢々好意を表はせり、

「デユーマ」の發見の行程に於ける次回の遠征は惜ひ哉好結果を奏せざりき、彼は固體液體の原子量及び其比重の知れ居るを以て見れば固形體又は液體の原子の容積を知るとを能はざるの理なかるべしと信じ、種々の元素又は化合物の密度を極めて精確に定量して此事を「デラリーブ」に示して教を請へり師は其研究題目着想の新奇なるを稱譽せしも敢て之を續て研究せよと勸めざりしかば「デユーマ」は失望して其師の下を辭し歸り來りて曰く「余が第一回の實驗は好結果を奏せりされど新奇ならざりし今回の研究は新奇なりしも好結果を奏せざるべし嗚呼萬事意の如くならずされど屈せず再度之を試むべし」と後年「ヘルマンコップ」が固體液體の比容を研究して化學的物理學の好題目

角に等し、反射に由りて音を再び聽く事あり之を反響と云ふ、反射面の數多ければ反響は一度ならず數回聞ゆるとあり、然れ共反響の明なる爲めには最初の音の終る後一定の時を經て耳に達せざる可からず、卽ち一秒の九分の一の間隙あるとを要す、然らざれば互に相混亂すべきなり、故に反射面は發音の場處より一定の距離にあるを要し、其遠きに從ひて反射音の聞ゆると遲きを以て長き音の反響を聞くを得べし、英國ウードストックには十七乃至二十綴を反射する反響あり、其時の反射面の距離二千三百呎なりと云ふ、通常の室內にて反響の聞へざるものは反射面なる壁の距離小にして反射音が直ちに原音と混同するに由るなり、但し大なる室に於ては反響あり。」

聾者の用ゆる耳喇叭なるものは音の波動を集中して之れを耳の內部の皷膜に反射し、由て以て聞へしむるものなり、常人と雖も明かに聽かんとするは天性の然からしむる所なり。

音の反射を實驗するに反射鏡あり、今二個の凹面反射鏡を相對して幷べ、一鏡の燒點に時計を置けば鏡面に當る音は平行して反射し他の鏡面に由りて其の點燒に集めらる、故に兩鏡の距離時計の音を聞く能はざるものに在りても、この燒點に耳を置く時は明かに聞き得べし、音は又大氣、炭酸瓦斯等に由りて屈折せらる、其規則は恰も光のレンズに屈折せらるゝと同一なりとす。

第二節　音樂及び樂器の振動

○樂音

大砲の發射及び電氣火花の通過の如きは急激なる打擊を空氣に與ふるを以て、吾人の耳に達して噪音を感せしむ、所謂不調音なり、樂音は之に反して時間と強さとを一樣にする規律ある振動に由て生ずるものとす。

樂音に三個の特性あり、卽ち高さ、強さ、及び音色之なり、樂音の高さは振動の巾に關し其大なるほど高し、強さは振動の速度に關し其大なるほど強し、樂音を生ずる振動の最も遲きものは一秒間に八の速にあり、其結果として濁音を生ず、又最速かなるものは一秒間二萬四千の振動をなし結果として淸音を發す、音色は振動體の性質に關する者にして人聲、ピヤノ、笛等凡て高さと強さを等しくする音を發し得るも皆明かに區別せらるゝ者は其音色の異るを以てなり。

○系樂器

凡て樂音は固體或は管中空氣の規律ある振動によりて生ずるものな

となせしが「デューマ」は之が魁者とも云ふ可きなり。

「デューマ」の化學史上に初めて現はれしは其十八歳の時にして「スヮイツランド」の一地方に非常に流行せし一種の腫物治療法を「コアンデ」を共に研究せし一事を以て初めとす之れより以前に此病氣を治療する最良法は炭化海綿を使用するとなりとせられしが「コアンデ」ハ此海綿中には沃素を含有するものにあらずやと想像し之れを「デューマ」に依頼して分析せしめたり而して「デューマ」は果して此元素の存在するとを發見せり、

「デューマ」は「コアンデ」の紹介によりて生理學者「プレボー」と懇親を結び、共力して生理的化學の研究を初め良結果を奏せり。

「プレボー」及び「デューマ」は「スパランセナイ」が初めて研究せし行路を取りて進めば必ず生理的化學は一大進歩をなすべしと信じ「マゲンヂー」が其代表者なる當時夥々たる生理學者の未だ着手せざりし所の種々の疑問を自ら解釋せんと試みたり、假令ば血液は如何なる性質のものにして其成分の構造は如何即ち赤血球の構造は如何なるものにして何故動物の種類によりて其形を異にするものなるやに付て研究し其の説明を一千八百二十一年の學術雑誌に詳細に記載せり。

「プレボー」及「デューマ」の血液順還法の實驗は當時「カローラ」女公の崩せしを以て一般人民が悲境に陷り如何にせば人は長壽を保つとを得るものなるやなど、人生問題を考へし折柄なりければ衆人の注意を喚起すると、一層深かりき、次で筋纖維の老廢窒素排泄の方法、及び尿素成生の原因は如何等を研究し、特に排泄機管は血液及淋巴液より分離せしものを自ら排泄物として製出する力を有するものなるや、又單に既に排泄物となりし物を除去するに止まるものなるやを研究し、之を親しく動物を以て實驗し、遂

るを以て、音樂器を分つて二種となすことを得べし、ヴァイオリン、及び琴の如きは糸樂器にして笛等は風樂器なり。

糸樂器に用ふる糸は金屬或は腸膜線より製せられ、兩端に結束せられ振動するものなり、振動を起すには或は指頭を以てするあり、琴の如き之なり、或はピヤノの如く槌を以て打つあり、又は特別に作れる器械にて糸を横に引くものあり、ヴァイオリンの弓及び三味線の如し。

糸の強さの譜を生ずるには二本の糸が其振動の速を異にせざるべからず、從て一本は他より長きか、太きか、或は大に緊張せらるゝからず、從て一本は他より長きか、太きか、或は大に緊張せらるゝを要するなり、糸の太さ及び張り方等しければ長きもの振動遲く重々しき調子を發す、或は長さ及張り方一定なれば太き糸が同前の結果を生じ、長さ及び太さと等しくするものに在ては強く張られたるものの振動速かに音調鋭し。

○風樂器

風樂器とは笛喇叭等の如きものにして管内空氣の振動によりて樂音を生ずるものなり、同直徑の管に在ては音の強さは振動する空氣柱の長さに關し、其短きほど高く鋭き調を生ず。

同一器を以て種々の調を發するに二法あり、第一は長さ及び直徑の異れる管を結合するにあり、オルガンは之なり、第二は管は一個なれども處々不等距離に孔を穿ち之を開けば空氣の逃れ出るを得せしめ且つ内部の振動は任意の點に於て止められるべきものなり、笛の如きものを云ふ。

風樂器の管は兩端開通せるあり、兩端閉塞せるあり、或は一端開き一端閉づるものあり、今管の長さ等しきときは最後の場合に於ける音の強さは前二者に比して正に半なりとす。

風樂器と糸樂は器空氣柱の振動と糸の振動と速度を等しくすれば同じ強さの音を發す、風樂器に於て音を發するには一端を吹くか、空氣の流れを孔に入らしむるか、或は此流れを管中適當の位置に置ける金屬又は木の薄片に作用せしむるなり。

風樂器の最も高尚にして又最も複雑せるものをオルガンとす、大抵の風樂器の調子を集合せるものにして近世に至ては殆んど人聲に類似せる調子を發するものあり、和蘭ハーレムにある大オルガンは世界有名のものなるがオルガン管の數五千を下らずと云ふ。

○音階

に尿素は絶えず排泄器中にて製造され又血液中にも發見さるゝことを明かにせり、此結論の可否は將來生理學者間の疑問にして腎臟の官能は果して如何なるものなるやは今日と雖も未だ確定せられざるなり。

胎內化學は次で「プレボー」「デューマ」の注意を注き彼等は鷄卵中にて雛の發育するに供ふて起る所の化學的變化を觀察し、初めて之を詳細に著述せり、此記事たる今日の生理學者と雖も尙ほ以て參考とする所のものなり、次で筋纖維の收縮に供ふ現象を述べ此現象は「アンペール」の發見せし同方向に二條の平行電流を通するときの作用の助けによりて說明せらるゝものなることを豫想し又神經作用も電氣作用と等しく論ずることを得べしと云へり。

「デューマ」今や二十二歲に達し尙ほ「ゼネバ」に住し、「ローエル」の藥局に通勤し、同町の學術界に於て隱然勢力を振ひ

樂譜は之を生ずる振動が同時間になさるゝときは符合せりと云ふ、もし二ケの諧ありて其一を生ずる振動の數が他のものゝ二倍なるときは此等を稱してオクテーブと云ふ、一諧より其のオクテーブに移る中間には種々の音ありて其振動數亦二者の中間にあり、此等の名はABC等の文字を以て示され或はドレミなどゝ發音せらる、卽ち次の如くもし第一の振動數を一とすれば他の諧を生ずる振動の比

諧の名	C	D	E	F	G	A	B	C
發音	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
振動數	1	8/9	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2

此等の八諧は所謂音階を組成し、次の高きオクテーブの諧も互に同一の關係を有す、然れども振動數は各前の二倍なり、卽ち前の半に等しき時間になさるゝ振動によりて生ずるなり、又次で低きオクテーブの諧も互に同前の關係を有すと雖ども、振動は二倍の時を要し從て振動數各半なり、以上を換言すれば或オクテーブの與へられたる諧は一つ下のオクテーブの同諧に比すれば二倍、一つ上のオクテーブの同諧に比すれば半なる振動によりて生ぜらるゝものなり。

しが、一朝些細の事件は彼の方向を一轉せしめたり、吾人の知る如く八間一生の潮流は大洪水の時に於て却て人を幸福に導くものなり、而して「デューマ」の潮流は今や彼を驅りて「パリ」に赴かしめたり、如何にして此の如き場合に至りしやは彼の言を借りて記せしめよ。

「余一日一室に在り顯微鏡を以て或る畫を書き居りしに、折節戶を叩くものあり余は仕事をなしながらおはいりなさいと言ひ、振り返りて見れば、一人の立派なる紳士後に佇立せり、彼徐ろに曰く「デューマ」君よ余は「ハンボルト」を呼ぶものにして此度當府に來り君を訪はずして空しく過るに忍びず、來りて君が業を妨げ、請ふ恕せよ〳〵と余は慇懃して忽に外套を脫し、椅子より下りて、之れを彼に勸めたり、盖し「ハンボルト」男爵は「プレボー」と余が發行せし血液に付ての論文を讀み之れが爲めに用ひし裝置のあらばそを見んと欲して來れるなりけり、由て余は

第三節　人聲及び器械

○人聲

談話と唱歌とに拘らず人聲は凡て口と肺臟と連ぬる氣管に張れる二ケの膜の振動によりて發するものなり、此管は風管にして其上部は軟骨より成り喉頭と稱せらる、喉頭の頂きは平滑にして其終端なる二ケの膜は殆んど通路を絶たんばかりにて狹小なる開口を有す、此二ケの膜は卽ち聲帶なるものにして人聲は實に之を喉門と云ふ、此門を氣が此處を通過するに當り生ずる振動に肺臟より吐出せらるゝ空氣が此處を通過するに當り生ずる振動に基因するものなり、聲帶には數多の小筋ありて緊張を自由にし孔を大小ならしめ以て種々の異れる音調を發するを得せしむ。

小兒及び女の聲帶は大人のものより短きを以て其聲鋭く高し、小兒が十四五歲に達するや聲帶は急に擴張して所謂聲變りをなす、かの鳥獸の音聲を眞似るに巧みなる人は其聲帶の伸縮を自由にするの巧なるなり。

吃吶とは器關が正しく務をなす能はざるより起る缺點にして神經の痙攣によれり、又聾者の正しく語る能はざる卽ち聾啞なるものは其器關の不完全なるにあらずして單に聾者たるより來る、卽ち嘗て自

之を彼に示せり「ハンボルト」男曰く「余は「ベロナ」の會議に出席せんとして來りし途次「ゼネバ」に數日止まり、舊知を訪問し又進んで新知を得んと欲す、特に若年にして斯道の爲めに盡瘁さるゝ君を訪はんとして來れるなり」と男辭は話好きの人にして話頭は一事より他事に移りて其中止する所を知らず、滔々論じ去り論じ來りて人物論に入り「ラプラス」「ベルソレー」「ゲールサック」「アラゴ」「テナルト」等の人物を擧げて之を評論せり、余は之を喜んで傾聽し我眼界の擴大せしを覺へたり、彼の音聲は寧ろ單調にして人を感動せしむるに足らざれども其眼光は一種人をして覺へず傾聽せしむる力を有せり。

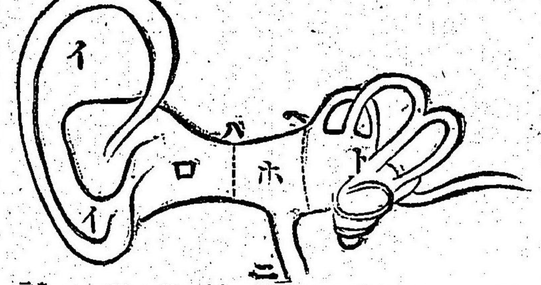
後數日にして「ハンボルト」男は「ゼネバ」を去れり、余は花落ち水空しく流るの感なくんばあらざりし、余が此の一種の魔力を有する客と樂しき時を送りし記憶は、余が心に一新生面を開けり、殊に「パリ」の狀態卽ち學者の幸福なる集會、又は理化學の爲めに盡さんとする青年の爲めには限りなき便宜を與ふると云ふ事は、余を深く感動せしめたり、余密かに思へらく「パリ」は將來吾志を成すべきの地なり行かずんばあるべからずと」後一年を經過して果して「パリ」に移り、暫時にして同市の學者社會に重を措かるゝに至れり、而して其學者社會示導者の優遇を受けし事は、左の話を以ても知らるべし。

或時理學研究會に於て「デユーマ」が「ブラボー」と共に研究せし筋肉收縮の論文を朗讀し、將に之を終り、壇を退かんとせし時、白髮溫厚の老翁側の椅子より立ちて彼の前に進み來りて曰く「デユーマ君よ次の水曜日に余が家に來り晩餐を食せずや」と、「デユーマ」は直ちに之を承諾せしも其約束せし人の誰なるやを知らざりしを以て側人に問ひしに「汝は彼を知らざるや彼こそ「ラプラス」なりと

○耳

耳は吾人が之によりて音を聽き得る天然の器械にして三部より成る、外耳、鼓膜及び內耳之なり、此中外耳のみ身體の外部に現はるゝものとす、左圖に於て（イ）（イ）は卽ち外耳にして音波を集合し（ロ）管の方向反射して（ハ）なる鼓膜に送る、鼓膜と（ヘ）なる膜の間には口に通ずる（ニ）管より來る空氣を以て充たされ、（ト）は內耳にして數多の管あり液體を以て充たされ聽神經の末端其中に浮ぶ。音波は外耳より入り來りて鼓膜を振動せ

（第二十六圖）



しめ、鼓膜は之を（ホ）なる空氣に傳ひ、（ホ）は又（ヘ）に傳ふ、內耳の液體は此等の振動を受けて聽神經を刺擊して腦に致し始めて聽覺を起すなり、寒冒にかゝるときは往々（ニ）なる管に故障を生じ爲に一時聾となることあり。

○蓄音器

蓄音器はエヂソン氏の發明する所にして音聲を貯藏し置きて欲する時に之を聽き得る器械なり、其構造は圓筒を貫くにネジを有ずる軸を以てし、之を電氣等に由て廻はすときは圓筒は前方或は後方に運動しながら廻轉すべし、圓筒の表面も又軸のネジと步みを等しくする凹條のネジを有し其上に錫箔或は獵を塗りたるものなり、次に附口器なるもの傍にあり、其形漏斗の如く底部は薄き金屬板より成り裏面に針ありて圓筒面のネジに入る、今器械を運轉しながら附口器に向て音聲を發するときは底面の金屬板に振動を生じ、從て針は此振動に應じて錫箔或は蠟に刻すべし、之れ卽ち音を蓄ふるの法なり、もし此蓄へたるものを聞かんと欲すれば附口器を取り外して圓筒を元の場處に戻したる後附口器を復して耳を宛て軸を廻はすべし、針は前に刻せる凹所に當りて運動するを以て金屬板には前と同じ振動を生じ從て原音を聞き得るなり。

之れ「デューマ」と「ラプラス」の友誼を結びし初にして、「ラプラス」の死する迄少しも換るとなかりし。

「デューマ」は今や學術界の輝々たる衆星の中に仲間入をなしたり、當時は各國又は各年代中尤も齊々たる多士の輩出せし時代にして、佛蘭西は實に榮譽の絶頂に達せり、即ち「ラプラス」「ベルソレー」「ゲールサック」「テナルド」「カピール」、「アラゴ」「ハンペイル」「ボアソン」等の碩學は學術界に輝々たる光彩を放ち、人をして再び此の如き時代は決して來るまじと思はしめたり。

さらば此中にありて「デューマ」は如何なる地位を保ち如何なる職務に從事せしやと云ふに、彼は從來の業を以て滿足するものにあらず、當時恰も好し「アセニユム」の化學教授の職の空位なるものありしかば「アンペエル」の推擧によりて其椅子に就けり、「デューマ」は此職を得てしより、大に化學研究の爲めに盡瘁せんと欲せしかど、講義の準備及び實驗の裝置等に非常に時を要し、且つ當時彼の大作なる「應用化學一斑」と云ふ書の著述に着手し、其第一卷を一千八百二十八年に發兌し、尙ほ地質學者「アレキサンダーブ、ログナー」の娘「ハミニー」女と結婚せし等雜事の爲めに妨害せられて充分其意を盡にすると能はざりけり。

「デューマ」の純正化學に關する著述は一千八百二十六年に初めて「物理的化學の年代記」を公にし、「アルミニユム」に關する論化學の發達に大なる影響を及ぼし、近世化學說の基礎となれるもの多し。

第六章　磁氣學

第一節　磁石の種類及其性質

○天然磁石

磁石とは鐵を引く所の物體にして、天然磁石及び人造磁石の二種あり、天然磁石とは地球上諸所に存在する酸化亞酸化鐵（$FeO+Fe_2O_3$）なるものにして、自然に鐵粉又は縫針の如き輕き鐵片を牽引する性質を有す、其實質は頗る强固にして赤褐色なるあり、又灰色なるもあり、而して牽引力は各部一樣なるにあらず、兩端に於て最强く中部に至るに從て漸く弱く中央點に於ては全く力を失ふものとす、即ち今其上に鐵粉を散すれば、其集まること兩端に最密にして、中央は全く裸なるを見るべし、但し兩端に密集するや、先つ初めに牽引せられたる鐵粉が磁力を得て他の鐵粉を牽引するによるなり、此最大牽引力の存する所を稱して磁石の極と云ふ。

磁石は古昔、小亞細亞の一市マグネシヤの近傍に於て始めて發見せられたりと傳ふ、其原語は實に此市名より來れるものなり。

○人造磁石

軟鐵或は鋼鐵の一片を天然磁石に接するときは其特性を得て鐵粉を牽引す、而して軟鐵は磁石より離さるゝや直ちに此性質を失ふべしと雖も、鋼鐵片は長く之を保有して磁石となるべし、此場合に在ても天然磁石の力は毫も之が爲に減せらるゝことなしとす、かく或方法に由て磁力を與へられたる鐵片を稱して人造磁石と云ふ。

人造磁石に數種あり、其形によつて區別せるものにして棒磁石、馬蹄形磁石及び磁針之なり、前二者に於ては其數箇の同大なるものを合して更に强きものを製することあり、磁針は頗る輕き棒磁石にして其中央點に於て支へられ或は地平に或は上下に運動自在なるものなり、地平に運動するものを地平針と稱し、上下に運動するものを鉗直針と稱す。

人造磁石の作用は天然磁石よりも效力あり且つ正しとす、又馬蹄形磁石は棒磁石よりも强し、凡て磁石を打擊し、或は激しく摩擦し、或は落す等の暴擧は磁力を損するものにして熱するも又同結果を生ずべし。

○磁石の性質

凡て磁石は鐵を牽引し又同時に鐵に引かるゝものなり、例へば磁針を糸にて釣り鐵片を其一端に近くれは磁針は其方に動くを見るべし、然れども磁石は鐵を引くに止まらずニッケル、コバルト等をも

「ダルトン」の原子說に「アボガドロ」の法則が如何なる關係を有するかを承認せしは「デユーマ」にして自ら記して曰く。

「余は數多の物體の原子量を確定するに其各物體の瓦斯又は蒸氣の狀態に於ける密度を以てせんと勤めたり、然るに尙其處に一つの假說、卽ち凡ての物理學者の承認する所の「同じ境遇に於ける瓦斯體の同容積は同數の分子を含有す」と云ふ事を飮けるを發見せり」と之に由て見れば、「デユーマ」は今日吾人が承認する彼の原子分子の區別の概念を有せしものなり、されど惜ひ哉此善き種は耕作せられざる地に播かれしを以て其萠芽するには二十五年の長日月を要せり。

「デユーマ」の此論說の直接世を益せしは蒸氣比重を測定するに簡便なる法を發明せし事にして、其法は直ちに多くの化學實驗室に使用せらるゝに至り、學術上非常なる益を與へたり。

「デユーマ」は種々の物質の蒸氣比重を測定して燐、砒素硼素、等の比較分子量を確定し、次で砂礫の眞正なる性質、卽ち間接には礦物界に存在する多の物體の眞性の如何なるものなるやを發見し、珪酸の構造を說明せり、此說明は端なくも「ベルゼリアス」と衝突せり、「ベルゼリアス」の勢力は當時非常なるものにして其意見を云へば是非を論せず正當なるものとせられたり、「デユーマ」の論說の世に出でし少し以前に、「ベルゼリアス」は天然の珪酸鹽類の構造に付ての說を發表せり、之に由て見れば珪酸の化學的性質に關する意見は「デユーマ」の說とは大に相違せり「ベルゼリアス」は自己の珪酸の式を辯護し「デユーマ」に忠告して曰く、「汝は實驗の異意を解釋するに誤り居らざるや、又單に一回位の實驗によりて輕忽に事實を斷定せざる樣ありたし」とされど「デユーマ」の說は人々の信ずる所となり、廣く傳播せらるゝに至り一般の人就中測量家及び航海者に向て非常の利便を與ふ。

○磁石の法則

一箇の磁針をして南北に向はしめ、他の磁針の南極を此北極に近くれば之を引き、南極に近くれば拒斥するを見るべし、更に棒磁石或は馬蹄形磁石を以て實驗するに其一極は磁針の南極に引かれ一極は斥けらるゝを以て磁石の兩極は其性質を異にし、其北極に引かれたるは南極にして斥けられたるは北極なるを知る、卽ち左の法則あり。

磁石の同石極は互に拒斥し異名極は互に牽引す。

之に由て今鐵片を引きてつり上けたる磁石の上に他の磁石を重ぬるときは、其極同名なれば依然たるも異名なれば互に相牽引して磁力を失ふを以て鐵片は落下すべし。

○磁石の理

磁石は通常物體に働く力の一種にして其物體の分子を一定の方向に整列せしむるものなりとせらる、故に磁石はかくの如き分子の集合體にして分子の一極は皆同方に向ひ他極は反對の方向に向ふ、卽ち一分子の北極は次の分子の南極と相接するものなり、而して中部に於ては兩極相引くを以て平均を得べきも兩端は之に對するもの牽引す、唯其現象の極めて著しからざるのみ、又物體によりては磁石に引かれざるのみならず却て拒斥せらるゝものあり、ビスマスは其最なるものなり。

磁力の作用は或る薄き物體を隔つるも減損することなし、例へば前例に於て鐵片と磁針の間に硝子板を置くも毫も結果に影響する所なかるべし、又一箇の棒磁石を取り掩ふに紙片を以てし、其上に鐵粉を散するときは磁石は紙を通して之を牽引し、鐵粉は整然たる曲線をなして磁石の位置の周圍に集まるべし、此曲線を磁力線と稱し其多くは四方より來て磁石の兩端に密集するの觀を呈す、故に此實驗は同時に磁石の兩端が最も牽引力を大にするを證するものなり。

○磁石の兩極

此條及び次の條も猶磁石の性質を述ぶるものとす、今磁針をして自由に運動せしむるときは其常に殆と南北を指して靜止するを見るべし、之を他の方向に動かすも直ちに逆行し數回振動の後再び南北を指して靜止すべし、而して北を指し或は南を指すものは常に一定の端なりとす、北を指す端を磁針の北極と稱し、南の端を其南極と云ふ。

羅針盤は磁針の此性質を利用して製したるものにしてよく方角を示

り其砂の分子が酸素の二原子を含有すると云ふ説は近世化學の確認する所となれり。

「デューマ」は今や化學研究者として其滿潮の時期に達し、種々の記事論説を續々世に公にせり、彼の論説は其論題の宏大なるを以て著しく、化學の凡ての部分に論及して其純正たると應用たるとを問はず、又、其無機たると有機たるとを論せず例令ば溶液の性質、物體の比熱、商品用「ガラス」の構造、珪素の製法、燐の化合物、及鐵礦の處分法、等枚擧に遑あらず、

余輩をして單に其研究事項を列擧するに止まらず其研究を起すに至りし原因に付て左の一話を述べしめよ。

一タ宮中の大廣間に宴會のありし節、其室の空氣は酸類蒸氣を以て充たされたるを發見して、來賓の騒動せることありけり、之れ蓋し蠟燭の燃燒によりて生じたるものなり、「デューマ」の眞「アレキサンダー、ブログナー」は當時「サブレ」の陶器製造所の技師にして且つ宮中の化學顧問官なりしが、蠟燭の此特異なる作用の原因取調を命せられたり、由て之を「デューマ」に依頼せり、「デューマ」は容易く之は酸素を以て漂白されし蠟の燃燒によりて生じたる鹽酸に起因することを發見せり。

蠟の中に含有せらるゝ鹽素の量は隨分大なるが、如何にして然るものなるやと云ふに、有機物と結合して入りたることを明らかなり、之に由りて「デューマ」は鹽素の有機物に及ぼす作用を是迄よりも一層大仕掛に研究し、遂に有機化學の發達上非常なる影響を及ぼせし所の結果を奏せり、其悉しき事は餘白なきを以て略す。

「デューマ」の演説家としての技倆は「ロンドン」化學協會の招待に應じてなしたる「フアラデー」の紀念演説に於て大に表はしたり。

第二節　地球磁力

○子午線及磁極

自由に運動すべき磁針は一定の方向を取り殆ど南北を指すを見れば

なきを以て各其性質を異にし、從て兩極を生ずる所以なり。

天然磁石の分子は卽ち天然に此狀態にあるものにして鐵片を磁石に接するときは直ちに磁力を得るは之に由て其分子の方向を一定するを以てなり、卽ちもし磁石の北極に接すれば分子の南極盡く之に向ひ此端に南極を生ずべく他端に北極を得べきなり、軟鐵が磁石より離るゝや直ちに磁力を失ふは分子が忽ち舊態に復するにより、鋼鐵の場合に於ては一旦得たる分子の方向は永く依然たるなり。

一箇の磁石は其兩端に最も強きこと前述の如しと雖も、之を折りて數箇となせば各片又皆完全なる磁石となり其兩極を有するに至るは卽ち此理によれり、折られたる端の分子の一極は其偶なきを以て互に相平均する能はず其特性をあらはすなり、而して最初北極の方にありし部分は北極となり、南極の方向にありしもの南極となるなり、或は逆に又完全なる磁石となること明なり。

地球も又一の天然磁石たるを知る、然れども地球磁力は單に其方向を定むるのみにして磁針を一方に移動せしむることなし、例へば磁針を栓上に固定し水面に浮ぶれば磁針は廻轉して南北の方向を取りて靜止すべきも器の北側に近よることなかるべし。

磁針の方向を定むるもの地球磁力のみにして他に之か影響を及ぼすものなきときは其方向を含む垂直平面を稱して地球磁石の子午線と云ふ、地球上各所に於ける子午線は二點に會するものにして之れ卽ち地球の磁極なり。

磁石の北極を引くものは地球磁力の南極にして南極を引くものは其北極なるべし、故に地球磁石の南極は地理學上の北極の方にあり、卽ち北緯七十度なる北米ホドソン灣の近傍に所在し、西曆千八百二十九年キャプテン、ロッスが北氷洋探險の際に達しゝる所なり、此點に於ては磁針は其北極を下にして直立すべし、地球磁石の北極は南半球のニユージーランドと地學上南極との間なるクレブス、テロルと稱する火山にありと云ふ、此地は南緯七十四度なり。

然れども此兩極は常に同一點にあるものにあらずして時々變移するものとす、猶次項に述ぶべし。

○方位角

今回は「フアラデー」が學術及び人道の爲めに盡せし功勞を紀念せんが爲めに此會を組織せし發會式にして「デユーマ」は其委任されし任務を盡して余蘊なく、人をして感嘆措く能はざらしめたり。

此時の演說會場は「ロンドン」「アルベマール」町の有名なる劇場にして、此所にては嘗て多くの雄辨家が拍手喝采を博し、從て聽衆も名論卓說に聞き厭き居りたれども、「デユーマ」が今回「フアラデー」紀念に關し、尊敬の念と、稱贊の同情と、加ふるに滿腔の至誠を以てなしたる演說の如く眞實にして婉麗なる語を耳にせしとは蓋しなかりしならん、

其演說中には左の語あり以て其一斑を伺ふに足らん、

「諸君の有名なる同國者の名は如何なる國民にでも其國の專有物なりと決して要求すると能はざる所のものにして、彼の勞力と發見は、廣く佛蘭西、獨乙、亞米利加等に於ても矢張り此國と同じく承認する所なり、「フアラデー」は實に全世界の人民にして、決して一國一州の人民にあらず、苟くも文明の風の吹き敷く所の土地にして諸君が彼を尊敬し又は感恩の情を抱かるゝ點に於ては、同じく之が分配者たるの權利を要求せざる人民は一もなかるべし。

「フアラデー」は當世の學者にして最も幸福に最も完全なるものゝ標本とも云ふべき人物にして、其手は心意の計畫したる所に從つて之を實行するに躊躇することなく、又實驗を爲すに必要なる勇氣と大膽とを缺きたるとなし、否成功を慥むるに必要なる凡ての助力を缺きたる事なく其結果を判定するや用意周到にして之を應用するにも謹愼なりし等、一として實驗家の標本とならさるはなし」と。

「デユーマ」の紀念演說は實に此種の好例となるべきものにして、之を稱贊するに言葉なきを苦む、其態度の優然たる、言語の明晰なる、例證に豐富にして稀なる既に逃べたる如く地球磁力の子午線は眞の南北の方向にあらず、卽ち地學上の子午線と一致せざるものにして兩者の間多少の角をなす、之を稱して地球磁力の方位角と云ふ。

方位角は地球上各所に於て異にして且つ同一所に在ても常に變化しつゝあるものなり、之れ卽ち地球磁極の變移に伴ふものとす、而して磁石の北極が眞の北の東或は西にあるに由て方位角が東或は西に向ふを稱す、觀測の結果によれば此變化は或時限內は西へ々々と進み、一定の域に到れば逆に東へ戻り再び一定の限界あり、終始此區域內に變移しつゝあるものなり、方位角變化の有樣は此規律あるものに加へて又急劇なるものあり、何れも其原因に付ては未だ明らかならず。

○傾角

普通の鋼鐵針を其重心に由て支へ自由に運動せしむるときは水平の位地に於て靜止すべしと雖も其磁力を帶ぶるや水平の位置より少し傾くものとす、此度を稱して地球磁力の傾角と云ふ、北半球にては磁針の北極が水平線下に來り、南半球にては上に出づ、赤道の近傍には磁針の全く水平を保つ所の點ありて地球上に圓を畫く、之を磁力赤道と稱す、卽ち其中の各點は皆傾角零度なるの點なり、而して地球磁極に於ては磁針に直立するを以て傾角は卽ち直角なり、之のなり、但し一定の規律あるにあらず。

第三節　授磁法

磁石を製するには平滑なる面を有する精良の鋼鐵を用ふ、棒磁石の巾は其長さの二十分一、厚さは十七分一位なるを可とし、馬蹄形磁石に在ては兩極間の距離一邊の巾より大ならざるを要す。

授磁法に種々あり、卽ち感應、磁石との接觸、及び電流等に由て鐵片に磁力を與ふるを得べし、日光もスペクトラ中の紫の光をレンズにて鋼鐵針に集むれば磁力を與ふと云ふ、電流と磁力との關係は後章に述ぶるを以て此節感應及び接觸の二法による授磁の現象を述ぶべし。

○感應

鐵片を磁石に近かしむるときは之に觸れざるもよく磁力を得べし、之を感應作用と云ふ、今軟鐵針金の二片を糸にてつり平行ならしめ、磁石の一端を之に近かしむれば針金は感應に由て磁力を得、其相接せる兩端に同名の極を得るを以て互に拒斥し平行ならざるに至る

同情を有する、紀念すべき人物を顯はすに二三の勇壯華美なる言を以てして、其人物を躍如たらしむ。

佛國の教育家にして「デューマ」の如く佛國の化學發達上に廣く影響を及ぼしたるものは蓋しなかるべし。

獨乙が率先して創設せし如き公設化學實驗所は、近世まで佛國にはなかりしも、のなりしが「デューマ」の之を始めしより靡然として國中に行はるゝに至れり、「デューマ」は多年の間自費を以て維持し來りしが、一千八百四十八年の國難は延て「デューマ」の家計上にも影響し、公設實驗場の重大なる年々の費用に堪ゆると能はず、遂に暫時止むを得ず、實驗的教授を廢するに至れり、されど世に助くる神はある者にて、或日客あり來て曰く「承れば君は實驗所を閉場されし由なれど、君は決して閉づる權利を有せず、若しも事金錢上より起りし事ならば、請ふ之を受けられよ」と銀行券の一卷を投じて去る、「デューマ」は面識もなき他人より助力を受くる理由なしと、手にだも觸れざりしが、後兩年を經て、此客は死して、廿萬「フランク」の遺產を理學協會に寄付し、有機化學奬勵の爲めの基本金とせり、「デューマ」も由て其恩惠を被れり。

「デューマ」は今や名譽の絶頂に達し、全歐洲の學術社會は彼に學位又は賞牌を送るを以て自己の名譽とせり、「ベルリン」大學は一千八百三十四年に其の名譽顧問たらんとを請ひ、「ロンドン」の「ロヤル、ソサエチー」は其最上の賞牌を送れり。

一千八百八十四年の始に些がの病氣が元となり遂に又立たず、四月十一日遠爲として逝けり、享年實に八十四歳、

○ジョセフ、ブラック氏

一千七百二十八年英國「ボルドリン」の近傍に生る、十二歳の時、「ベルファス」の學校に送られ、六年間此所に留學の後一千七百四十六年、「グラスゴー」大學に

地球も又此感應作用を呈するものなり、例へば軟鐵棒の一端を磁針の北極に近けて地平に支持するときは磁力を受けざるを以て互に牽引すべきも、軟鐵棒を磁針傾角の方向に置くときは磁針を拒斥すべし、之れ地球磁力の感應に由て軟鐵棒の下端に北極を得しなり、上端を鐵槌にて數回打つときは分子の振動を起し磁力を得るに容易なるべし。

○滋石との接觸

之れ磁石製法の有効なるものにして授磁の方法種々なりとす。

(一)針に授磁するには其一端を強き磁石の一極にふれしむれば可なり、觸れたる端は磁石と反對の極を得べし、通常の縫針も此方法にて磁力を得べし。

(二)棒に授磁するには二本の磁石を用ふ、一本の棒磁石を以てする法は棒の中央に磁石の一端を宛て之を一方に引き、棒に觸れざる樣に再び同極を中央に持來り同方に引くべしかくすること數回の後磁石の他端を棒の中央に宛て前と反對の方向に引くこと又數回すべし、此法を棒の表裏共に行ふときは磁石を得るなり。

二本の磁石を以て授磁するには其相異れる極を棒の中央に小なる木片を隔てゝ宛て、棒の面と三十度程の角をなさしめ徐に兩端に引くこと數回なるべし、但し一回終る毎に再び中央に持來たるに當り磁石を棒にふるゝことなからしむ、此法も棒の兩面共に施すものとす。

(三)馬蹄形磁石を製するには適當なる形に曲げたる鋼鐵棒の兩端を軟鐵片にて支へ、兩端の上に兩腕の距離之に同しき所の馬蹄形磁石を直立せしめ、徐に之を動かして曲り目に達せしめ離して再び棒の端に宛て又引くべし、かくすること十數回の後棒の裏面にも同法を施すべし、此場合に於て極は使用せる磁石の各其上に宛てたるものに同じ。

第七章　電氣學

第一節　摩擦電氣

乾きたる硝子棒或は封蠟の棒をフラネルにて摩擦し、紙片等の輕き物體に近かしむるときは物體は直ちに之に引付けられ而て其表面に附着するこを瞬時にして再び拒けらる、此際奇異の臭氣を感ずべくもし之を暗室内に金屬體に近づくるときは銳き響を發して火花の散るを見るべし、此摩擦によつて生じたる力を電氣と云ふ。

電氣の存在は古昔より知られたる事實にして西洋紀元前六百年希臘

入る、大學に在りての成蹟如何は知るに由なきも、傳ふる所によれば非常なる勉強家なりしと云ふ、「グラスゴー」に遊學中は物質的學問に志し、殊に醫學を以て道を立てんとせり、而して「ドクトル、クーレン」の教を受けてより醫學生には化學上の智識の必要なる事を益々感ずるに至れり、

「ドクトル、クーレン」は化學を見るに哲學的眼光を以てし、化學をして單に有用なる技藝と云ふ位置より、理學の一科なりと云ふ位置に進歩發達せしめたる所の人にして、其生徒を感化ずる事も大なりしなり、「ブラック」の事業を成すに大體を達觀して而かも細事に精密なりしは皆其薫陶に原因せざるはなし。

當時「ブラック」の携帶せし所の雜記帳を見ても其萬事を爲すに凡て規則的にして事理に通曉したることは知らるゝが、其著作講義に於て著しく表はるゝ所のものなり、「ブラック」は一度手に取りたる事業は如何なる困難に遭遇するも着々勉勵して、之を完成せざれば止まざるの風ありしなり。

一千七百五十年の頃「エヂンバラ」大學に入て醫學の道を完成せんとせり、當時の醫者の一般に注意せし處の事は石灰水が、或る一種の病の治療に用ひらると云ふ事にして、此等の苛性藥は重に生石灰を或他の物體に働かす時に生ずる物なり、生石灰が此苛性を帶ぶるに至るは普通死石灰を生石灰に變ずるに用ひたる所の火力に起因するものなりと想像せり、生石灰を炭酸加里又は炭酸曹達と熱するときは此等のものをして苛性的の物體となし、動物性物質を腐蝕する性を帶はしむ、故に生石灰は火氣中より一種の勢力即ち物質を得て、之を炭酸曹達又は炭酸加里に傳通したるものなりと結論せり、

「ブラック」は此の火中より生石灰が得たる所の物質を採集せんとし、石灰石が生石灰となる時には其重量を減ずる事を發

の七賢人の一人なるターレスは電氣の琥珀に存在せることを發見せりと云ふ、電氣なる原語は實に琥珀の字より轉化し來れるものなり、然れども其一箇の學科となりしは第十七世紀の初期にあり。

電氣を起すものは摩擦化合作用磁力及熱等なりとす。

○電氣の正負

摩擦に依て電氣を生ずること及び其輕き物體を牽引し又拒斥することは前述の如し、此現象を試驗するに恰當なる裝置は樹心球を長き絹糸にて柱より吊りたるものなり、之を電氣振子と稱す、今硝子棒を絹にて摩擦し之を球に近くれば球は直ちに牽引せられ瞬時にして又拒斥せらるべし、然るに再び硝子棒を近くるに球は牽引せらるゝことなく却て拒斥せらる、最初フラネルにて摩擦せる封蠟を以てする同樣の結果を得べし、若し前の裝置に於て二ケの球ありとせば受電せる硝子棒又は封蠟棒を近くるとき共に相牽引せらるゝも、之を去れば球は互に拒斥して離るゝを見るべし、再び球が一ケなる場合に於て受電せる硝子棒を近くるの後受電せる封蠟棒を近くれば拒斥せらるゝことなく相牽引するを見る、此順を逆にするも同樣の結果を得。

後段述ぶる所の理により受電せる硝子棒或は封蠟の棒を近けて樹心球に與へたる電氣は之に留まりて存することを知り、以て以上の實驗を悟るべし、絹にて摩擦せる硝子棒に起れる電氣を正號電氣と名つけ、フラネルにて摩擦せる封蠟に起れるを負號電氣と稱す、而して兩者の關係を示す一般の法則は左の如し。

異性電氣を得たる物體は互に牽引し、同性電氣を得たるものは互に拒斥す。

電氣の正號負號は便利上定めたるものにして又如何なる物體に何れの電氣を生ずるやは實驗に訴へざれば知る能はず、同一物體と雖も之を摩擦する物の如何に由て或は正號或は負號の電氣を起すなり、次の表に於て或物體は其前なる物體にて摩擦せられて正號電氣を生し、其後なる物體と相摩擦して負號電氣を得るものとす。

猫皮、フラネル、硝子、綿、絹、木、樹脂、金屬、硫黃、

ガッタペルカ、

然れども兩號電氣何れも單獨に起るものにあらず、例へば硝子棒を絹にて摩擦せる際に於て正號電氣の硝子に起ると同時に絹には負號電氣が起るなり、前述の實驗に於て硝子棒を近くる後絹を球に觸れば其牽引せらるゝを以て知るべし、卽ち球は正號電氣を得たるを

見せり、由て石灰石を鹽酸に溶解して一定量の石灰の減じたる量と、之れと同量の石灰石を強く熱したる時に消失する所の重量とを比較せり、此研究によりて「ブラック」は熱の石灰石に及ぼす所の影響を充分に調査する事を得たり、此實驗を完成し、其結論を確定する爲めに、三年間醫學博士の學位を授與する事を猶豫し、遂に一千七百五十五年に此學位を得、其卒業論文なる所の炭酸「マグネシヤ」炭酸石灰及他の「アルカリ」性物體が化學的作用をなす時に於ける正確なる定量試驗法を公にせり、蓋し之れ定量法の嚆矢とも云ふべきものなり。

「ブラック」は天然界は一日も變化して止まざるものにして其變化には或一定の秩序規律の存すると云ふ觀念を抱き、精密なる實驗と正當なる論理によれば此の秩序規律をも知る事を得るものなる事を斷言せり、「ブラック」の此研究は理學研究の將に然るべき所の好標本となるべき所のものにして、自然現象の二三を觀察して之れを充分精確に試驗し其事實を基礎として其上に一般の假說を打ち建て、此假說よりして自然に生じ來る所の結果を誘導し來りて之を天然の事實に訴へて其の正當なるや否やを證せり、之れ實に理學的論理法の其宜を得たるものなり。

「ブラック」の「マグネシヤ」及び生石灰の論文を公にしたる後間もなく「グラスゴー」大學の化學教授の職空位なるものありて「ブラック」は解剖學の教授、兼化學講師となれり、されど解剖學教授は身に適せざるを感じて其職を辭し專ら化學教授となり、藥物の成分に就て講義せり、「ブラック」は教授の職に多くの時間と勞力を消費せしを以て、自己の化學研究の道は爾來進歩せざりしも、其化學の講義は化學一般の上に新しき光を放てり。

一千七百五十九年より一千七百六十三年

以て負號電氣の絹を引くなり、凡て物體には正負兩號の電氣相調合して存在し、摩擦或は其他の力に由て互に分解し始めて電氣を生ずるものと想像せられ得べきを以て正號電氣の一定量を生ずれば同量の負號電氣は從て何處かに生ずるの理なり。

○導體及絕緣體

前項實驗の兩球同號電氣を受けて互に相拒斥せる場合に於て之に硝子棒をふるゝも尙依然たるべきも、最し金屬棒を觸るゝときは兩球は落ち來りて鉛直に垂るべし、之れ硝子は電氣を取去ることなきも金屬はよく之を奪去り得ればなり、凡て電氣を自由に傳導するものを導體と云ひ、然らざるものを不導體或は絕緣體と云ふ、導體の重なるものは金屬(就中銀及銅)、木炭、水、雪、活動物、火焰、煙、蒸氣等にしてガッタペルカ、琥珀、樹脂、硫黃、硝子、透明なる寶石、絹、毛髮、羽毛、乾きたる紙、革皮、燒木、空氣及諸瓦斯等は絕緣體の重なるものなり、絕緣體と稱する所以は是等の物質は導體が電氣を奪去らんとするを妨ぐる故にしてもし空氣が導體なりせば如何なる物體も其一旦得たる電氣をは少時に保存する能はざるべし、前項實驗に

所のものにして、

○電氣感應

同號の電氣は互に相拒斥し異號の電氣は互に相牽引するは前述の如し、今二箇の絕緣せられたる導體の一は受電し他は然らざるものを相近くるときは如何の現象を呈すべきや、夫れ物體は既に述べたる如く二種の電氣を有するものと考ふるを得るを以て、此導體の電氣は之を分解して異號の電氣を己れに近き一端に集め同號の電氣をば他端に拒斥すべし、此作用を稱して電氣の感應と云ふなり、兩導體を甚だしく相近くるときは其牽引力益强く遂に火花を發して相合するに至るべし、然るときは受電せざる導體の此端の電氣は盡く消失し受電したりし導體の電氣は其一部を失ひたるものなり、若し前者を其中央より切斷し得れば其遠端には受電導體の電氣と同號の一定量の電氣を生ずるときは同量の異號電氣を生ずればなり。

に至る間「ブラック」は熱及寒冷現象を調査して精確なる實驗に原づける熱的變化卽ち固體の融解し液體の蒸發する所の現象の說明を與へたり。

今寒冷なる箱の中に貯へられたる所の木片鉛及氷を手に觸るゝ時は、其は木寒冷を覺ゆるも鉛は一層之れよりも冷感を與へ氷は尙一層冷たく感ずべし之れ氷は最も多く手より熱を奪却するものなり。

「ブラック」は溶解する所の氷が奪ふ所の熱は其液化したる水の中に殘留するものなりと考へ、之に由りて遂に潛熱なるものを說明するに至れり、潛熱說は液體なる水が蒸氣となるときも亦應用せらるゝものなるべきを以て「ブラック」は自己の說を此變化にも應用せり、されど其精しき事までは充分に研究せず、又沸騰點に於ける水が全く蒸溜に變ずる迄に水が吸收する所の熱量を實際に計算したる事はなかりしが、後年に至り其の生徒なりし「ジエムス、ワット」の助力によりて之れを完成せり。

「ブラック」は天然の現象を觀察して此等の實驗を以て確定したる所の事實の必要なる事を主張せり、其事實とは假令ば氷が溶解する迄には熱の多量を吸收し水が蒸發するにも亦熱の多量を要し、又之に反して蒸溜が液體となり、液體が固體となるときにも亦同量の熱を周圍に放散するとを云ふ如き之れなり、「ブラック」は此想像によりて赤道地方及兩極地方の甚しき氣候を變化し、之を和ぐるに水の此等の性質が如何なる響影を及ぼすかを考へたり、或時其講義中に曰く「此に於てか吾人は又地球上の住民の缺乏を防ぐ爲めに好個の著しき變化の存するとを認むるものなり、卽ち赤道地方に於ては多量の蒸發氣の爲めに太陽の激烈なる熱線は和けられ其蒸溜熱を具有する所の水分は四散上昇して大氣の寒冷なる部分に至りて凝集して細霧となりて又太陽の光線を遮るものなり、而して細霧は此處より

○發電機

發電機は摩擦に由て多量の電氣を起し且つ之を蓄ふるの機械なり、其最可なるものを圓板發電機とす、硝子圓板を水平軸に由て廻轉するを裝置にして硝子板の廻轉するや其上下に固繫せられなる二箇の摩子より成る、硝子板の軸は木の支柱を貫き之を廻轉する柄は硝擦體にて摩擦せらる、此摩擦體は概ね馬の毛を塡めたる革より成り硝子に密着し其上にアマルガム（水銀と他金屬との合金）を塗れるものなり、此等の革よりは鎖を垂れて電氣を地中に逃れ去らしむ。

今硝子圓板を廻轉するときは正電氣之に起り負號電氣は革に起るべし、負號電氣は鎖を通して地に去らしめ正電氣をば集めんとするなり、之が爲に硝子板を圍める一箇の眞鍮の棒ありて所々の尖端を有し且つ更に大なる金屬面の硝子柱にて絕緣せられたるものに合す、此等の尖端は感應作用に由て硝子板の電氣と異號のもの卽ち負號電氣を集め、正號電氣をば之に連ねる金屬面に拒斥するなり、卽ち硝子板の正號電氣は尖端の負號電氣と合し其結果多量の正號電氣を集

○驗電器

驗電氣は電氣の有無及び其正負を驗するに用ゐらる、其構造は硝子

瓶の上部と下部は金屬より成り、上部は眞鍮の瘤を有する金屬棒に終り、此棒は瓶の內部に入り其端に二箇の金箔の薄葉を弛く着けたるものなり、今瘤に正號電氣の少量を通するときは金箔葉は直ちに之を受けて互に拒斥し開くべし、更に受電せる硝子棒を瘤に近くれば負號電氣を牽引し正號電氣を拒斥するを以て金箔葉は益々開くを見るべし、然るに又受電せる封蠟棒を同しく瘤に近くるときは金箔葉は多少閉ぢて相近くべし、之れ導體の電氣を分解せられて負號電氣を箔葉に送るを以て既に得たる正號電氣の一部は之が爲に消滅するによるなり。

○レーデン瓶

電氣を蓄積するの用に供するものにして今より百五十餘年前和蘭のレーデン府に於て初めて使用せられたるにより此名あり、普通のレーデン瓶は內外兩部錫の薄片を以て塗られたる硝子瓶にして乾きたる栓を以て口を塞き此栓を貫くに針金を以てす、而して此針金の上端は眞鍮の瘤をなし下端は鎖となりて內部の錫面に接するものなり、今電氣を蓄積せんとせば手にて器の外部を持ち眞鍮の瘤を發電機の導體に近くべし、然るときは感應作用に由て瓶の內部には正號電氣集まるべし、而して此正號電氣は又外部の錫面に感應作用を及

內地の方に吹き送られ、山岳に遭遇しては河川となりて田園を濕し、尚一層遠くへ送られたるものは極地に至り、寒氣の爲めに凝固して熱を放散し、以て其の地方の寒氣を和ぐるものなり」と。

一千七百六十六年に「ブラック」は「エジンバラ」大學の化學教授となり、爾來其身を終る迄、此職に止まれり、其間實に三十三年にして化學の教授及其進歩を奬勵する爲めに一身を捧げり、「ブラック」は化學を教授するには其始めに當りて最も注意せり、曰く初學者には化學の原理を好く了解さす事極めて大切なりと、

「ブラック」は攝生家にして其老年に及んでは食事に最も注意せしが、其質朴にして凡て規則的なる性質習慣は蔬食に甘んじ、又時を定め量を制して食する事を容易ならしめたり、

千七百九十九年十一月二十六日平常の如く食卓に就き將に其食を終らんとし「コップ」を手にしながら、最後の脈搏を終ぼすを以て外部は負號電氣を得正號電氣は手より身體を通して逃れ去るなり、電氣を蓄ふること愈多ければ瓶の內外兩號電氣相牽引するの力又大なり、唯絕緣體なる硝子に隔てられ相合する能はざるなり。

五人もし一手瓶の外部を持し他手痂にふるゝときは所謂電氣打擊を感すべし、もし數人同時に之を感せんと欲せば互に手を繋きて圓形に立ち、一端の人は瓶の外部を握り他端の人痂にふるゝべきなり、此打擊に由て苦痛を感ずるは身體中の完全に導體の作用をなさゞる部分が電氣に由て起る分子の變化に抵抗を試むるによるものとす。若し夫れ身體を通せずして電氣を放射せんとするには放電叉なるものあり、一對の曲れる眞鍮棒の一端各球をなし他端相合して硝子のなり、此硝子柄を握り一端の球部をレーデン瓶の外部に宛て他端の球を其痂に近くるときは兩號電氣は響と火花を發して相合するなり。

電氣を甚だ多量に蓄積する爲めレーデン瓶數箇を連ねて別に錫を塗れる箱中に置けるものを用ふることあり、之を電池と云ふ、其電氣蓄積及放電の法皆單一の瓶の場合に同じ。

○諸種の實驗

發電機に蓄積したる電氣を以て種々の面白き實驗をなすを得、今其二三を述べん。

(一)木匠より二ヶの鈴を懸け其間に眞鍮の打手を垂れたる裝置に於て、一ヶの鈴を發電機の導體に接し他鈴を鎖にて地に連ぬるときは前者は正號電氣を得、後者は感應に由て負號電氣を得べし、故に打手は先づ正號鈴に牽引せられ自ら正號電氣を得るを以て拒斥せられて負號鈴を打ち、由て正號電氣を失ひ再び正號鈴を打つべし、かくの如くにして正負兩號の鈴は絕へず順次に鳴らさるゝなり。

(二)二十本ばかりのリネン糸を一尺位に切り、兩端相結びて一端を發電機の導體に接するときは糸は盡く同號の電氣を以て充たさるゝを以て互に拒斥し恰も卵形をなして廣がるべし。

(三)發電機の導體より鎖にて桶を懸く、桶は底部に小孔ありて之に水を充たす、電氣の起らざる間は水は此孔より滴々落下すべきも其電氣を得るや焰々として流れ出づべく、且つ之を暗中に見れば火の如くなるべし、之れ水の分子が同號電氣を得て互に拒斥するによるなり。

(四)電氣が眞空中を通過する際の現象を示す裝置あり、長さ二三尺の硝子管にして其上部の口は栓を以て氣密に閉ぢ、一本の針金之を

り平然として生けるが如くにして眠に就けり。

「ブラック」は思想穩當にして、萬事律義なる人なりしが、さりとて決して鈍き人にはあらずして一般に社交を喜び好んで諸種の談話を試み、諸學者と交を結べり、而して其親友には有名なる經濟學者「アダム、スミス」、哲學家「ダビッド、ヒューム」及地質學者「ハットン」等ありて「ヂエムス、ワット」と交を結びしは「ワット」が其生徒なりし時に始まり、其一生を通じて變ずるとなかりき、

「ブラック」は大學教授として最も適當なる人にして學者中の學者と云ふよりも、致師中の教師と云べき人なり、其著作は學者間に優に最上地位を占むるに足り、其思想の明確なる其性の温厚にして柔和なる他人の說を入るゝに吝ならざる等皆人々の羨仰する所となり、「ブラック」は實に學者間の中心點となれり、

「ブラック」は講義家としても優に成功せ

り其講義をなすに論理明了にして事義は了解し易くせり、且つ特別の事を證明する爲めに特に計畫せる所の實驗を挾んで以て一層之を明かにせり、

「ブラック」は理學研究に假說を用ゆるに非常に反對せり、嘗て「エヂンバラ」大學の一學生に勸めて曰く理學研究には確實なる實驗的の事實を必要とす、彼の「ニユートン」の「光學」は理學研究者の摸範とすべきものにして、假說的說明は之が可否を試驗するを待たずして凡て之を退くべし、徒に時を消費するのみなりと、されど、吾人が「ブラック」の著作を通讀する時は彼の所謂假說的說明とは漠然たる想像を意味するものにして彼自身も屢々理學的の假說を用ひたり、實に科學の歷史は吾人に數ゆるに假說なくては科學は少しも進步せざるものなることを以てす「ブラック」曰く「科學は單に事實を羅列するものに非ずして科學者の目的とする所は其事實を證明說明するにありと。

又曰く「學者たるものは凡て自ら研究したる所の各種の現象の明確なる心の印象を形成することを勉めざる可からず、而して此の如き印象は精細なる觀察と綿密なる實驗によりて、始めて得らるゝものなり、正確なる印象の多數を以て全き天然現象の畫像を造りて其缺けたる所又は明確ならざる所を發見せば、之れを天然界の事實を以て匡正し又事實を見ゆるも實際に現存せるや否やを撿して始めて天然變化の完全なる模型に達する者なり、「ブラック」は非常なる發明家にあらず、されど極めて正確にして同時に想像的なる著作者なり、彼の成せし處の事は彼れ好く之れを成せり、而して其研究せし所の事は假令ひ成功せざりしも徒勞とはならざりしなり、其確立せし所の多くの事實は後進學者の大業をなす基礎とならざるはなし「ブラック」が化學の目錄に附列せし所の新事物の數は多からざれども其講義によりて化學發達の爲めに著しき働

あり、此等の現象は導體の表面或は之に接せる球の表面等に近く起るものにあらず、唯尖端のみ容易に其電氣を失ひて周圍の空氣に受電せしめ、由て自ら排斥して空氣の動搖を生せしむるなり。

尖りたる導體は球面のものに比して電氣を受け又は與ふること甚だ容易なり、發電機に於て導體に連れる尖端を硝子板に接せしむるも此故なり。

尖りたる棒を發電機の導體に接すれば機械の運轉する間は絕へず電氣を放射すべし、此場合に於ては導體は火花を發するに足るべき電氣を蓄ふるを得ざるものとす、暗室內に於ては尖端よりの放射は刷毛の輝けるが如く見ゆべく、近邊の空氣は之が爲に動搖を生ず、卽ち手を棒に近くれば之を感すべく、又其強きときは蠟燭を消すこと

○電氣通過の際に於ける器械的結果

尖りたる棒を發電機の導體に接すれば機械の運轉する間は絕へず電氣を放射すべし、此場合に於ては導體は火花を發するに足るべき電氣を蓄ふるを得ざるものとす、暗室內に於ては尖端よりの放射は刷毛の輝けるが如く見ゆべく、近邊の空氣は之が爲に動搖を生ず、卽ち手を棒に近くれば之を感すべく、又其強きときは蠟燭を消すこと

○電氣火花

電氣火花の色は其通過する中間物に由て異なり、普通の空氣及び酸素中にては青白く、稀薄なる空氣中にては紫に、窒素中にては紫がゝれる青、水素中にては深紅、炭酸瓦斯及び鹽素中にては綠なり其長さ及び强さは電氣の强さに關す、電氣火花は又可燃性の物質に點火すべし。

○電氣計

驗電氣に於て金箔葉の開く度により電氣の多少を略察し得べしと雖