

坂下龜太郎著

通俗
繪入
簡易物理學
全

東京 博文館藏版



特71
831

例言

- 一 題して通俗繪入簡易物理學といふ童裝をして容易しに了解せしめ兼て小學教員諸君が理學教授案の参考たらんとを期す
- 一 故に理論よりは實際を尙ひ法則よりは試験を主とし凡て日用幼童か耳目に觸るゝ卑近の例を引き所謂特別の場合より一般の定理を了解せしめんとせり
- 一 而して前上の主旨と小學校令に基き實用に適して確實なるを主とし人生の生活に必須なる事項を撰ひて之を論述せり故に幼年讀者は之と反覆練習して應用自在あらんとを要す
- 一 本書は此目的あるを以て文章は簡潔正確を旨とし且つ多くの密書を挿みて理解力の足らざるを補ひ或は應用問題を掲げて實地の智識を養はしむ
- 一 固より本書は唯初めて理學を學ぶ者の爲めに述しものあれば其體

載は別に新奇あるものならず、主ら教員諸君が教授するの便を圖り
 毎篇數節に區別し能く其秩序を立てたり、而して本書を著はすに當
 りては著者四五年前嘗て學校にありし時學び得たる者を腹稿より
 抽出し更にガノット氏の小物理書、ボーイスプレーブツク、オフ、サイ
 ス、マテマツルド氏、スポーツ、エント、パシステム等其他泰西近刊の書を參
 一酌したり、卷末には各國對照度量衡表を添えたり、本書中解し難き
 原語、フート、リットラム等の如きは就て參觀せられよ
 一唯、余は謝す、文叢山の如く余をして充分本書を著述せしむるの餘暇
 を與へざるを、謹んで不敏を謝す、若し教員諸君が兒童に理學を教授
 するの參考と爲すを得ば余が願ひは則ち足れり矣

明治廿四年極月廿三日

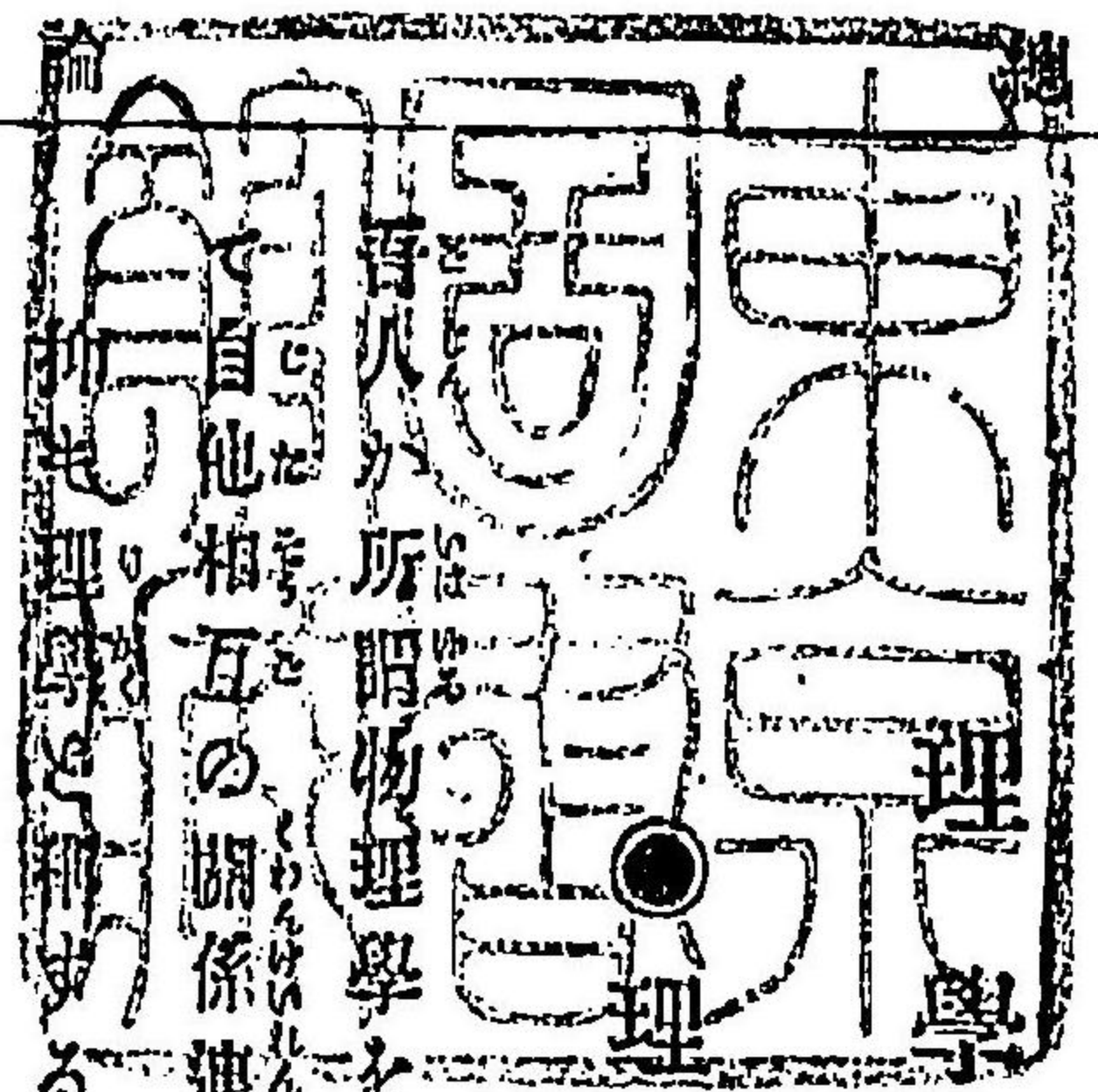
坂下龜太郎識

通俗
繪入
簡易物理學

理仙子 坂下龜太郎著

總論

學の分類



吾人か所謂物理學を研究するに先たち、先づ理學の定義と概陳して以
 て自他相互の關係連絡を示し、併せて理學の分類を爲さる可からず。
 物理學と稱するものハ宇宙萬物を支配すべき規則を發見し又此
 規則により益々吾人の智識を研磨すべき學藝なり。

(1) 規則は原因及び結果の間に必要なる關係を有する者にして同一ある
 原因は同一ある結果を生ずる所の凡ての理學の基礎として之を研究

理 學 の 分 類

(2)

するを得べし。而して此等は宇宙萬物の上に發見せられたる眞理あり
宇宙萬物とは如何なる者を云ふか宇宙萬物といふ天地間に森羅して人
の五官に感觸する物體の全境を稱する者にして固より實質と無形と
に論なきあり今吾人は之を區別するときは意志及び實質となす
意志とは吾人が「何々は如此と考へ」「何々は此の如く願ひたい」と
云ふが如く吾人の思考願望を稱して云ふ。
實體とは吾人の感覺思想に觸れ而して此感想によりて認識せらるゝ
ものを云ふ。

吾人の前陳したる理學に的當なる分類を爲すを得べし、心性の理學則ち
心理學、實質の理學則ち博物學是なり
博物學とは宇宙實質物體を支配すべき規則を研究する所の理學
の一科あり而して實質物體は二つに分つを得べし一は稱して有機物
といひ、一は稱して無機物と云ふ。有機物とは其體を構成するの各分

總

論

(8)

子皆生活活動靜するに的當なる機關を具ふるものを云ふ。其他の物體
は凡て無機物あり。

博物學ハ分類して二箇の種類に區分す、一は有機物體を研究するの學
科にして一名性理學といひ、一は無機物體の理を研究するの學科にし
て所謂物理學あり、有機物生活に關する事項を論究するの性理學は、又
二箇の分類を爲すを得べし、何ぞや、曰く動物學、曰く植物學、而して此等
の動物學は猶ほ細論して種々に分類すべき事あるが、以上は皆總稱
して博物學の所轄に屬する者なり。無機物體は二箇の階級に分つを
得べし、一は天體といひ、一は地體といふ。普通の理學は又二つの適當
ある學科に區分するを得べし、其一は全く地上の無機物を含み論究す
るものにして地文學と稱し、其一は天體を論するものにして天文學と
いふ、地に關する學は二箇の分類を爲すを得べし、第一は物體一般性質
の理を論究するものにして之を物理學と云ひ、第二は化學と稱し物體

を構成する所の原質及び其原質交互の關涉を論ずるものにして、物體の分子が最後に起る現象及び化合の規則を説示するものあり。吾人か上來叙述したる所の分類の外及物理學の外に猶ほあり、則ち地質學、礦物學、地理學等にして、矢張り理學の範圍内に包括するを得べしと雖も、此等は純粹なる理學にはあらずして一部混合せられたる理學なり。論して茲に至る諸君は始めて分類法の無用あらざるを知らん、蓋し吾人が叙述せんとする所の物理學は無機境界に行はるゝ現象の基原たる各般の力を研察するものありと雖も、已上各種の學科に就て明瞭に其經界を指摘するとは實に困難にして假令へは化學に於ては首として物體を構成する原質交互の關係を論ずるも之を發起する所の根因は常に物體中に濫有せる力に存す、又性理學に於て生活體の複雜なる現象を論述するも、其最後の説明に至つては、遂に普通の宇宙物體の單純なる原理に歸せざるを得ず、又物理學に詳論する現象中にも、

化學及び生理學に屬すべき物體の變化あるは勿論にして、凡て種々の學科の相關涉すると親密にして實に複雑なるものあり

● 物理學の定義

物理學の博物學の分枝にして、物體一般の性質を論じ、且つ此等の性質を變改する所の原因を説明するものなり、而して物體の性質を變改する所の主たる原因は、重力、熱、光、磁石力及び電氣力とす、此等の原因の稱して物理學上の管理者と綽名せらる

第一編

第一章 物體の定義

物體は細小なる實質分子の集合にして、石或は木の如し、而して非常に

(6) 小さな物体の之を質點と稱す、凡て物体は細分子と稱せられたる小さな分子より成立ち猶ほ之を分つときは微極分子より構成せらる、此極微分子は實に算數すべからざる程小なるものにして而して此物体各分子中には二様の反對したる力ありて、理學上に於いて細微分子力と稱す、細微分子力の一々各分子互に接近せんと欲するの力を有するものにして、之を稱して細微分子の引力といひ、他は分子相互に疎碍せんと欲する力を有するものにして學術上之を稱して細微分子の反撥力といふ

第二章 重量及厚

重量とは物体自身が保つ所の分量を云ふ。今同一なる大さを保つ所の物体を取り之を比較するときは、其分量の異なるを見る可し
假令錫の一インチ立方の重量は水の二インチ立方の積の十一倍な

るか如し、凡て物体の分量は其重量に比例して大小あるものあり
厚さとは物体自身の各分子間の密接の度と稱して云ふ。物体の各分子間密接に集合するものは厚きものといひ、白金或は水銀の如き者即ち是なり、又各分子間密接せらざるもの之を稱して稀きものといふ。
空氣或は流動物の如き即ち是なり、同一ある大さを保つ所の物体の厚さ其重量に比例す

第三章 物体の分類

物体の形を成すや、大小長短醜美善惡種々ありと雖も、要するに左の三種の異態を具ふるに過ぎず、何うや曰く固形體曰く液體曰く浮氣體是あり

(7) 固形體とは物体の各分子互に強き引力を以て相密接し、到底此種類の物体は熱力を籍るゝにあらざれば、永久不變の性質形體を有する者な

類 分 の 體 物

(8)

り、即ちかの木石若しくは諸金屬の如きものにして、自然に放任し膨脹散滅するものにはあらざる也

液體とは其各分子互ひに固着せずと雖も、其搖動轉帳の間猶ほ相密着して相維持するものあり、故に此種の物體は力を加へて之を壓迫するときは其容少しく縮小すれども、甚しく減少するときは則ち水、火、酒、乳汁の類是なり。

浮氣體とは其分子互ひに相反撥張せんとするの性質あるものにして、此種の物體は力を加へて之を壓搾するときは固形體の如く抵抗を覺ふるとなく、且つ容易に縮少して有れども無きか如くに至るものあり、即ち空氣、蒸發氣の類是なり

以上を詳言すれば、液體及び浮氣體は固形體と異りて各分子互ひに相固着するときはものにして、此種の物體は他物の形狀に従ふて或は方形となり、或は圓形となるものあり、加ふるに其形態を永久に保持すると

類 分 の 體 物

(9)

能はざるものなるのみならず、自由自在に動搖擴張するを得るを以て、泰西理學者ガノット氏の如きは初めより二者の間に區別を立てず、共に流動體といへり

以上概陳したる所に由て、物理學は如何なる事を論ずるものなるか其論ずる所の目的物は如何、其目的物は何種に區別するやを充分に了解せられたるならん、物理の學を修め宇宙萬物の現像を極めんとするには須臾も物體を離るべからず。蓋し現像を吾人に呈するものは力にして、力の發する所は物體あり、是故に先づ物理學を學ばんと欲するものは、物體の性質を研究すべし、而して之を考定勉強するの道は通有性にありとす。

通有性とは何ぞ、通有性とは固形體、流動體に論ずる凡て物體と名くるものは、決して之に闕くべからざるべき萬物普通の性質を有する者にして、一名異性と稱す、之に反して偏有性と稱するものあり、此に存すれ

とも彼に闕如し隨時に變化して定度なく昨は存して今日にあるものを稱して云ふ。請ふ先づ吾人をして其通有性を研究せしめよ

第三章 物體の通有性

通有性は別ちて十一種とすを得べし是世間普通の分類なり吾人は今泰西某學者の説に従ひ其要用ある者のみを指摘して讀者の注意に任せんとす別て九種とす

性 充 填

- (一) 填充性
- (二) 定形性
- (三) 礙竄性
- (四) 惰性
- (五) 多孔性
- (六) 分性
- (七) 受壓性
- (八) 膨脹性
- (九) 弾力性

第一節 填充性

填充性とは物體の容量にして物あれば必ず大さあり以て空處を填充す之を名けて填充性といふ。假令へば茲に一箇の脚ありたりとせん

に其机は空處を填充したる也勿論物體といふ以上は長巾厚の三質を保つと必要あり然らざれば物體物理学上と稱することを得ず

第二節 定形性

物體の空間を填充するや其固有する所の形状たとひ同一からずとするも各物體必ず一定の形状を具ふ、是物の定形性なり液体及氣體の如き動搖變移し易く其觸る所の器物に従ふて自己の形状を變すと雖も或る一定の物體に接觸し又或る一定の容器に包有せらるゝ間は亦一定の形状あり又固形體に至ては容易に變化せず其圓球形或は方形などを爲すに論なく數回之を轉するも仍は固有の形態を變換するにきし

第三節 礙竄性

(11) 一の物體あり既に其空間を填充するときは他の物來て其處を侵蝕すると能はず故に二箇の物體同時に同一の場所を填充すると能はざる

もの之れ礫質性の性質あるによれり。今此性質を試験すべき簡易なる方法あり、即ち水を罎中に充たし「キエール」を充塞せんとするときは、罎中の水溢れ出するに非らざれば「キエール」罎口に入ると能はず、若し緊密ある「キエール」を強て充塞し、罎水をして溢出せしめざるときは、其罎必ず破裂す、蓋し物體は皆此性を通有すと雖も、或は讀者の疑を起すものあらん、例令ば釘を木材に鑿するときは、木材の容積擴張するを見ずと雖も、釘尖は其木の纖維を壓開して竄入したるものにして、釘と木と同時に同處を占有したるにあらず、又水を充てたる盆中に食鹽及び砂糖の少量を混和するも、杯水溢出するときは、蓋し水を杯中に充満せしむるも、其分子相接するの際必ず間隙なき能はず、食鹽の分子は水の分子より小あるを以て、水の分子間に竄入す、故に一見するときは、大に其性質を見る能はざるもの、如しと雖も、細に之を研究すれば、毫も疑なきなり。

第四節 惰 性

惰性とは運動或は沈靜の狀勢にて始終其偏向を失はざる性質を有するものを云ふ。今一の物體沈靜にてあるときは、此物體は決して自ら動かざるべし、又一の物體動作に於てあるときは、其運動の方向を變し、或は其運動の度を變更するものにあらざる也。故に一の物體沈靜に於てあるときは、如何又數百年の後と雖も、猶ほ沈靜してあるあり、又運動の場合に於てあるときは、他の力を以て之を制する迄、終始同一方向の線内に従ふて運動すべき道理なり。

然れども、今吾人が視る所を以てすれば、此性の定則に相反し、動きたる物體始終運動せざるが如きの觀あり、是等の言は未だ事物の理を深く推考せざるに座するのみ、今一箇の球を取り、水平線の方向に投すれば、漸々弧線を爲し、遂に地上に墜落すべし、是畢竟地球の引力及び大氣の抵抗の爲に、其進行を妨止せられたるものあり、又机上に書

冊あり手を以て之を推せば僅に其位置を變ずるのみにして直に靜止す其狀恰かも惰性に反するか如しと雖も決して然らず其凡上と書冊との間に生ずる所の摩擦に因るあり惰性の試験に於て慥あるもの數法あり今疾走する所の人其前面に横はる妨害物に抵抗して進むときは彼れが體の上部は惰性の理により前進せんとし足は妨害物の支えらるゝを以て其人は前面に倒るべし又靜止せる車の上に立つとき卒然其車の進行するときは必ず仰顔すべし是其脚の車に附着するか故に共に前頭に進まんとすれども上半身は從來靜止したる惰性の爲めに未だ前進を欲せず故に後方に顛倒するあり

前陳の如く中に全く惰性に相反するか如きも皆是等は摩擦抵抗地球引力等の爲めに障害せらるゝを以て地球上の物體の絶えず運動力を與へされば其運動と永續するに能はず然れども彼の太陽系統の諸星の如きは其運動を抑止すべき妨害物の原因なきを以て天地長久萬世

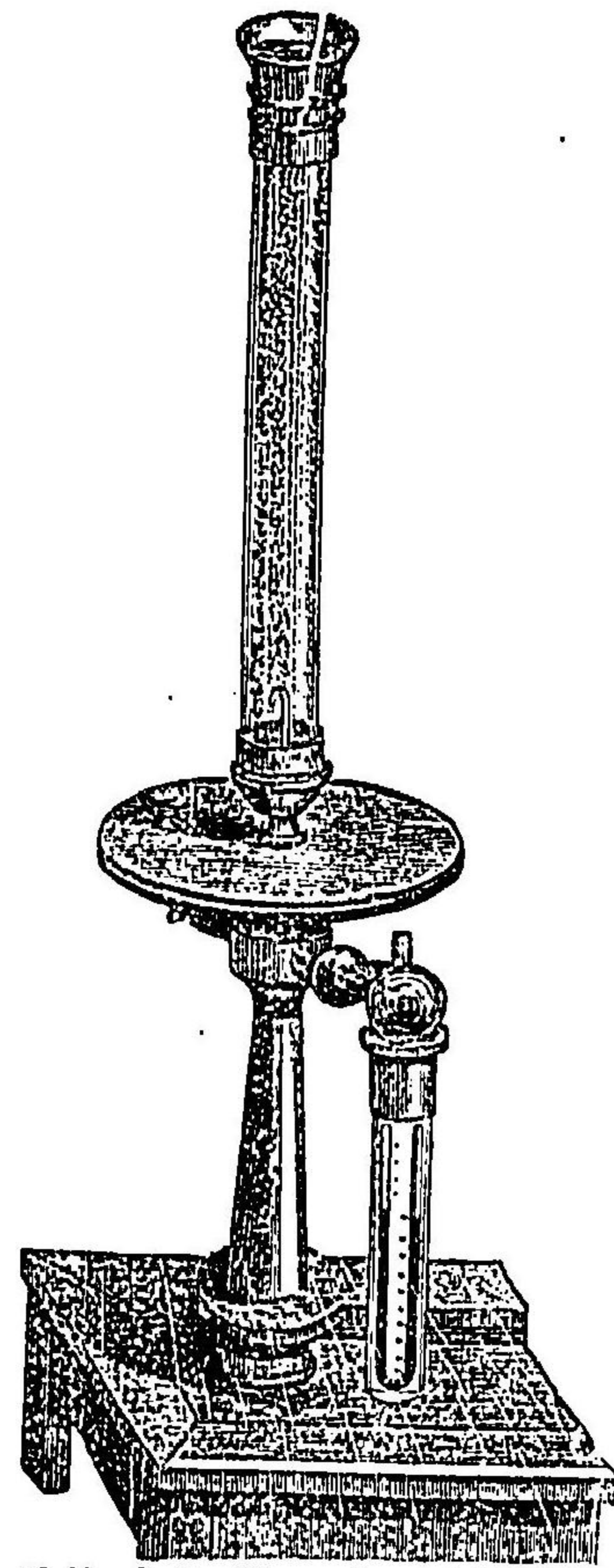
に亘りて其運行を止めず

第五節 氣孔性

氣孔性とは物體の分子間に空隙を供ふるを稱して云ふ凡て物體は悉く至微至細の實質相集合して成るとは嘗て物體の定義に於て之を論せることあるが此細小なる實質の形狀は球形なるにより球形の事は後段細論すべし其集合して一物體を構成するに當り全く此空隙を填充し盡すと能はず故に各實質の間には必ず微小なる空隙を存せざる能はず而して此實質分子間の空隙を稱して氣孔とは云ふあり此空隙間には一種「エーテル」氣と稱する微妙にして秤量すべからざる者を含む是氣孔の稱ある所以なり今此空隙間の大なる物體は疎體と稱す水、空氣或は瓦斯の如き是なり其氣孔の小なる者を密體と稱す黄金、白金、水銀等是あり凡ての物體は皆多少の氣孔を有するものと知るべし

試験 次の試験はナメン草の氣孔を示するものあり長さ玻璃製の

(第一圖)



かす装置の器
械に迄附若せ
らる、今水銀の
幾分量を以て
上部の蓋に注
入し下部圓筒

より空氣を排出するときは、空氣は其物體の間隙を通過するを以て、
下は露の如き細少ある水滴ナメシ革を通して下るあり、猶は試験法
あり革を以て若干の水銀を包み他に漏出せざる様なし、強く之を壓
搾すれば水銀小球をなして射出す、是れ氣孔あるの證にして氣孔と

通過するとなければ、射出するの理あるときし、又諸金屬を錘撃すれ
ば、悉く若干の容積を減す、是れ諸金屬に氣孔あるの確證にして、若し
氣孔なければ、數千回の錘撃を受くるも、何に因て其容積を減するを
得んや

又有色の液を無色の液に注けば、全色其色を帶ふ、是れ流液に氣孔あ
るの證にして、彼此氣孔中に滲透して混和するを以てあり、又大氣中
に蒸氣を發生せしむるも、眞空内に發生せしむるも、其量に差異ある
ときし、是れ氣體に氣孔あるの例證なり

以上の諸試験に因て見るときは、物體は必ず氣孔を有するものあり、今
少しく數學上及論理法に渉るか如しと雖も、茲に開陳して諸君の惑を
解かざるを得ず、即ち一物體の構成せらるゝに當り、其實質分子は必ず
球形ありといひ、蓋し幾何學上の規則として、各分子間の周圍は球形
を除くの外如何に斜形なるも、其各實質を聚合すれば必ず密着して其

空隙を生せざる者あり、故に前陳種々の試験法によりて革より水滴を下たし、金銀の鈍撃に遭ふて其容量を減するを見れば、分子間空隙あるに相違なく、而して其空隙の起る所以は、各分子間の周囲又圓形あるを隨するに足るべし、吾人は今其結果によりて各實質分子間の圓形あるを演繹したり

第六節 分解性

既に物體といふ以上は細大と硬軟の別なく之を分割するを能はざるものなし、之を分解性と云ふ、今物體を截て微分し之を打て細碎し止まされば、其微細の極管に目力の靚及はざるのみならず、又顯微鏡の力を藉るも視る能はざるに至る是物に分解性あるに因てなり

試験 今紅色のインキ少許を一器の水に點すれば、全水皆紅かり是インキの細分して一器内の水中に分配されたるなり
又麝香を一室の内に置けば數年間其香氣を失ふと云く、其香氣忽ち

瀰漫して空氣の分子間に竄入し、滿室積郁たり、斯の如く其香氣即ち麝香の小部分は飛散して止まざるに天秤と以て之を量るも其減量を微すると能はず、又蠶糸の細きると延て此地球を一匝するの長さ雖も其秤量の僅かに六十四匁に過ぎざるのみ、其輕さと實に驚くに堪へたり、而して蛛糸の猶千縷の細糸聚合して成るものあり
以上の諸試験は以て物に分解性あるを知るべし、

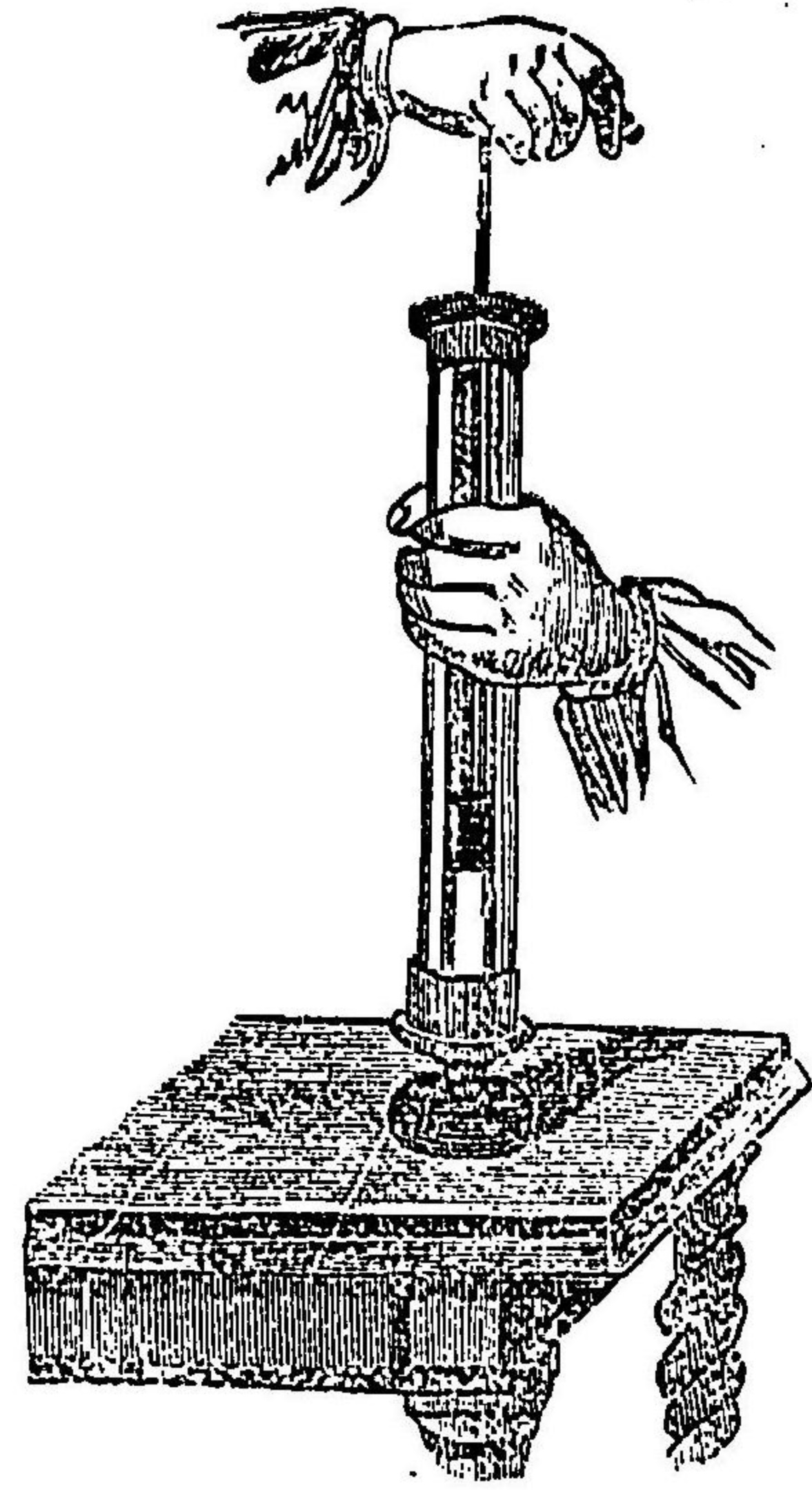
第七節 受壓性

今諸君は海綿、護膜、接骨木、髓等を取り、僅かに指頭の力を以て之を壓迫するときは、其容積の著しく減するを見る、是如何なる原因ぞや、是物に受壓性あるが故なり、受壓性とは何ぞや、凡て物體は外力を加へて壓搾するときは、其容積必ず縮少して原形を減するあり、是を物の受壓性と云ふ。

試験 總て物體は細大と云く必ず多少の氣孔あるとは嘗て氣孔性に

於て論ずるが如し、故に今外力來て壓迫する者は、其力の強弱に従ひ氣孔盛縮し、從て其分子間緻密となり、其容積減少する時あり、故に海綿膜、接骨木髓其他液體若くは氣體にて、其壓迫に伴ひ其容積縮少する故あり、殊に海綿の如き、縮少して原形の十分一に至るものなり、以上の理は氣體に於て之か試験を示さん。

(圖 二 第)



第二圖は下部に金屬製の盃を以て密着したる玻璃の圓筒なり、別に活塞を取り、此活塞の圓筒の周邊に接觸する際と密着にして空氣を脱漏するとなからしめ、而して此活塞を推進するときは、空氣は殆ど

二分の一若くは其押指に従ふては、百分一位に縮少するを得べし、液體も亦之を行ふを得べし、雖も分子間緻密なるを以て甚しく壓指するときは、周邊より溢出すべし、然れども、今長頸の硝子甕に水を充填し、温を與ふれば、水膨脹して溢出し、冷寒して最初の温度に至れば、水充分あらず、然らば又液體が縮少するの實を知るべし、其他固形體の縮少するハ勿論の事なり。

第八節 膨脹性

凡そ物體は外來の壓力を脱するときは、物皆膨脹して故形に復し、或は又他の勢力(熱なり)を藉りて大に其容積を増す、之と稱して膨脹性といふ。

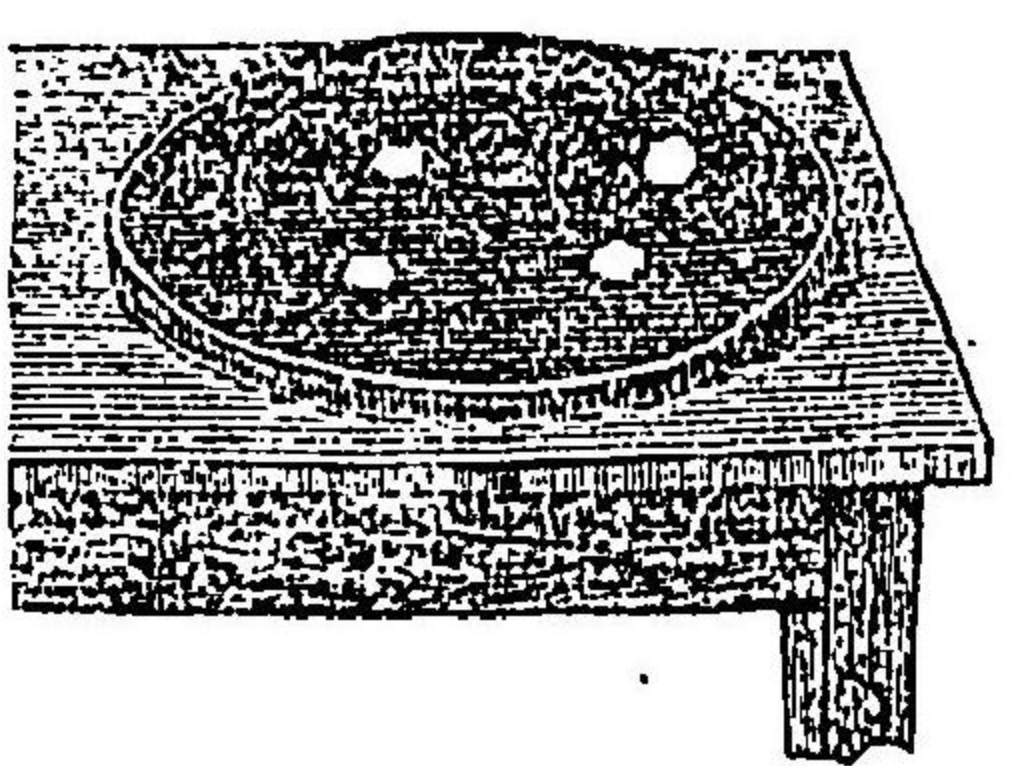
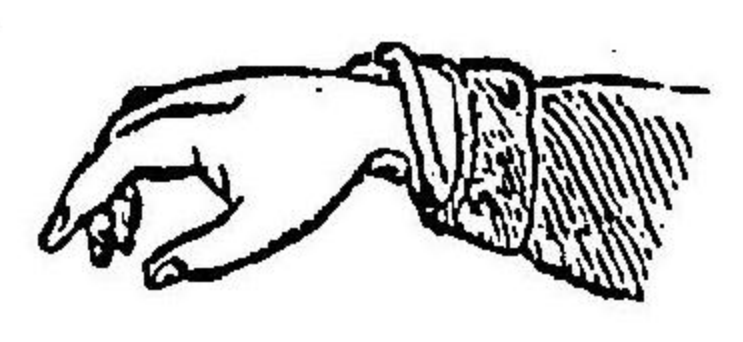
試験 第二圖に於て極めて空氣を壓迫せし後、其活塞を抽退する時は、縮少せる空氣忽ち筒内に擴充す、是れ如何なる原因によるか、他に猶ほ試験法あり、鐵箍の圈度を車輪の周圍より稍小さく造りて之を

施すに臨み灼熱して以て其固度を延伸し輪邊に適らしむ抑も最初に鐵繩の固度を以て輪邊に適合せしむれば之を灼熱する時は鐵の分子必ず膨脹して繩の固度は輪邊より幾分の寛を爲すを以て其冷縮するも輪邊に緊固せず故に鐵繩弛脱し易く或は車輪の牢固ならざるの傾きあり以上に陳るが如きを以て能く物性の膨脹を度りて最初其度を締め再び之を熱するに及んで膨脹して輪固にかなひ容易に之を輪邊に施すとを得べし而して全く其熱の去るに及んでは鐵繩の固度収縮して故の固度に復し輪邊を緊固して決して弛ふの憂あるとなし

第九節 弾力性

弾力性とは他の勢力則ち外力の壓抑の爲に展延或は屈撓すと雖も其力止まれば直ちに故形に復するの力を有する者は物の弾力性といふ。固より其物體の性質により多少の差違あり皆譏諷象牙或は蹄鬚

(圖三第)



の如きは尤も弾力性の著しきものにして玻璃陶土の如きは其性の著しく見えざる者也。

試験 前條の弾力性に於て其順序を擧ぐれば浮氣體を以て第一とし固形體之に次く而して浮氣體中にて空氣の如きは數年間之を壓搾するも一旦外力を弛むるときは忽ち故形に復す固形體中堅硬にして且つ分子間緻密なるもの尤も此性に富む。

上圖は象牙の弾力性あることを示し又其弾力の原因は其物體自身の細分子が移轉するに因ることを示す。則ち其裝置は諸君が見るか如く平磨したる大理石板の面に油墨を塗抹したるものにして指間に保たるゝ

は象牙球なり今此人此平面より數尺離れたる高さより球を落すと
 きは其時毎に其板面に圓き白痕を止め反躍すべし其白痕の大小あ
 るは板面に球を落すの高低による蓋し以前墜下したるより更に高
 き場所より墜下するときはその白痕從て大なり而して三圖の試験に
 於て墜下の度高ければ板面に抵衝すると必ず劇けし抵觸劇しけれ
 ば球面の陷盛すると亦必ず大なり陷盛大ければ彈力必ず多し彈力
 多ければ其反躍するや必ず大なりとす此の如く其抵衝の際に方て
 觸面敢て陷盛すと雖も其分永く壓逼に堪ふべからず必ず自己の故
 形に復せんを欲し遂に反躍するものなり又空氣を以て充たした
 る護謨球を取て一の板面に抛つときは反躍して自己の位置に戻る
 べし是れ空氣に彈力性あるか故なり

第四章 重學の定義

余は屢々前章物理學の定義に於て、「物理學は物體一般の性質を論し
 且つ此等の性質を變改する所の原因を説明するものにして而して物
 體の性質を變改する所の主なる原因は重力熱光磁石力及電氣力等
 り」といひり而して余は既に物體一般の性質を論したり第三章物體
 通有性の説明是あり故に余は改めて其性質を變改するもの則ち最初
 に重學の事を叙論せんとす。
 重學とは何ぞや原名之をメカニクンといふ物理學中物體の動靜を論
 する學科にして又物體上に與ふる力の作法を論する學問なり

第一節 動靜

動靜とは如何なるものか一の物體或る一定の場所に於て自己の位置
 を保つときは之を稱して靜止といふ。又一の物體一定の場所より自
 己の位置を轉するときは之を稱して運動といふ。
 以上の者は獨立運動獨立靜止と稱し或は比較運動及び比較靜止とい

ふ。比較運動とは他の者に對し始終其位置を移轉するを稱して云ふ。假令へば二球を板上に旋轉するに始め球の運動を起せし場所に關係して言ふときは之れを獨立運動と稱す蓋し板は靜定して動かす玉のみ動かか故あり而して更に二球相對して其運動を稱するときは之則ち比較運動あり。比較靜止とは人あり一秒時間に五尺程を馳する所の汽船上に立つ如き其船中の諸物に對して稱するときは是あり。又此人船船に向ひ一秒時間に五尺を歩むときは是れ獨立靜止あり然れども今吾人は深く考ふるときは萬物皆獨立靜止の者一もなし如何とされば地球は太陽の周邊を旋轉するものなれば地上の萬物亦共に運動せざるを得ず一見するときは山河樹木家屋の類常に同じ場所にゐるか如しと雖も實は地球の廻轉は一秒時七里十四町半餘と云ふか如き極めて迅速なる運動を爲すを以て吾人の眼力に見るを能はざる也地球廻轉の事は物理奇觀第三篇に其試驗法をあげたり然りと雖も

吾人及び地上の萬物地球と共に運動するの外又他に自から運動せざるを以て或は獨立靜止といふ毫も不可なきあり、

第二節 運動の種類

運動は大別するときは二箇の種類となすを得べし今運動する物體の方向直線に進むときは是を直線運動といひ若し曲線して進むときは曲線運動といふ。假令へば今蒸氣車の列車正しき直線の道路を沿ふて運轉するときは之れ直線運動なり又迂曲したる道路に隨ふて進馳するときは之れ曲線運動なり

第三節 平速運動——速力

平速運動とは若一の物體運動を與へらるゝとき物體は同時間に同距離を經過し始終同一の速力を以て運動するものを云ふ。故に我地球上にある萬物は地球の廻轉に従ふて共に平速運動をなしつゝあるあり此運動の種類に於て一秒時間に於て進行したる間隔は

是即ち速力なり故に今若し每一時間二十哩つゝ進歩する流車ありとすれば其速力は二九三フヒートあり猶ほ吾人は場合により一時間を以ての速力を云ふを得べく一分間を以ての速力を云ふを得べし即ち以上の割合を以て計算すれば每一分の速力は一哩の三分の一にして每一時間の速力の二十哩あり

第三節 變速運動

|| 加速運動 減速運動

變速運動とは同一の時間に於て等しからざる距離を經過するを云ふ。今同一ある時間に於て其運動の速力増加しいよゝく急速あらしむ者は加速運動といふ。即ち流車が號笛一聲出發する時の如き非常に迅速の運動を爲すが如く若くは地上に落下する物體の如き是なり今又運動する所の物體漸次速力を輕減して距離を行くときは是れを稱して減速運動といふ。即ち流車が今停車場に着せんとする時の如きは漸々速力を減し若くは眞直に上方に向ふて物體を抛けらうときの

如き是あり又以上の加速及び減速運動を細論するときは左の如く云ふべし同一の時間に於て絶へず同一の割合を以て速力を増加し或は減少するときは是等の運動を稱して同等加速運動及び同等減速運動といふ。空間より墜下する物體は同等加速運動にして眞直なる方向を以て天上に抛うつ物體の運動は同等減速運動といふ。以上約言すれば種々の運動を保つ所の物體の速力は凡へて物體運動の割合を云ふに外ならず又運動の種類に従ふて始終變化するものあり

第五章 力。抵抗。

力とは一物體靜止に於てあるとき運動の原因をなすものを稱して云ふ又一物體運動に於てあるとき一層運動の速力を増さしめ或は靜止に導かしめ若くは其運動の方向を變せしむるもの皆是れ力あり故に

約言すれば力は、物體の運動し或は静止するの状況を變ずるの原因と
あるものなり、

今一物體の分子間の引力及び拒反は皆是力なり、又人畜の事業と成
就するも力なり、瓦斯及び象牙の反彈も力あり、

抵抗とは物體の運動を妨害し或は破壊すべきものを稱しいふ。

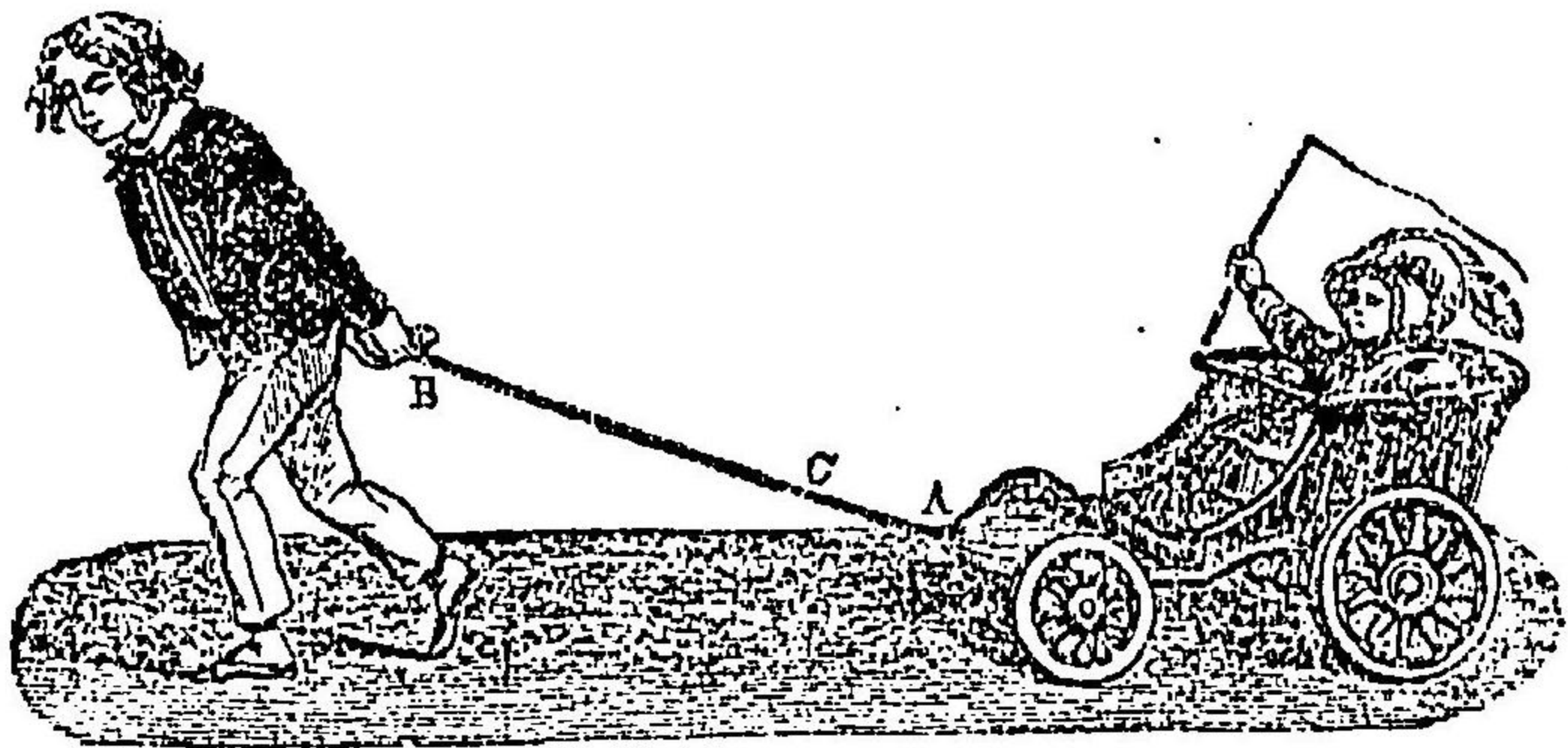
今其一例を擧ぐれば、瀟車を走らす所の湯氣の作用は力なり、又井中
より水を汲むときは水の重さを抵抗といひ、風車或は乗車、水車の如
きは、轉動すべき體を抵抗といふ。

運動を増加する所の力は之を稱して加速動といひ、漸次運動を減速す
る所の力之を稱して漸減力といふ。

第一節 力の特質

今幼年諸君は充分壓力の性質を了解せん爲めに左の三箇の者を研究
し知悉せざるべからず、

(圖四第)



使用點、方向、強勢

使用點とは力の働きを行ふべき場所を稱し
て曰ふ、第四圖に於て車を挽く所の小兒あり、
此圖に於てAは其の使用點あり、方向とは一
の線に従ふて働く所の方向(即ち線)を云ふ、上
圖に於てABなる線は、小兒が出せし力の方向
あり、強勢とは已れの勢力を以て働く所の強
さを云ふ、即ち上圖に於て小兒が出したる力
の強勢なる者は、車の抵抗に打ち勝ちて出し
たるたる力の分量是あり、力の強さはポンド
にて量るを得べし、故に五十ポンド(百匁)の
力を有するものは、五十ポンドの重量を支
ふるを得べし、力の強さは重量に於てあらば

さるゝのみならず猶ほ距離に於て顯はすを得べし、重量にパウンドと云ひしが、長さには一インチの十分の一といふ。今前例に於て小兒の出したる力を七パウンドとし、而してAよりO迄の間を一インチの十分の七とすればAC間は則ち力の方向及び強さの存在する所と知るべし

第二節

集合力 結成力

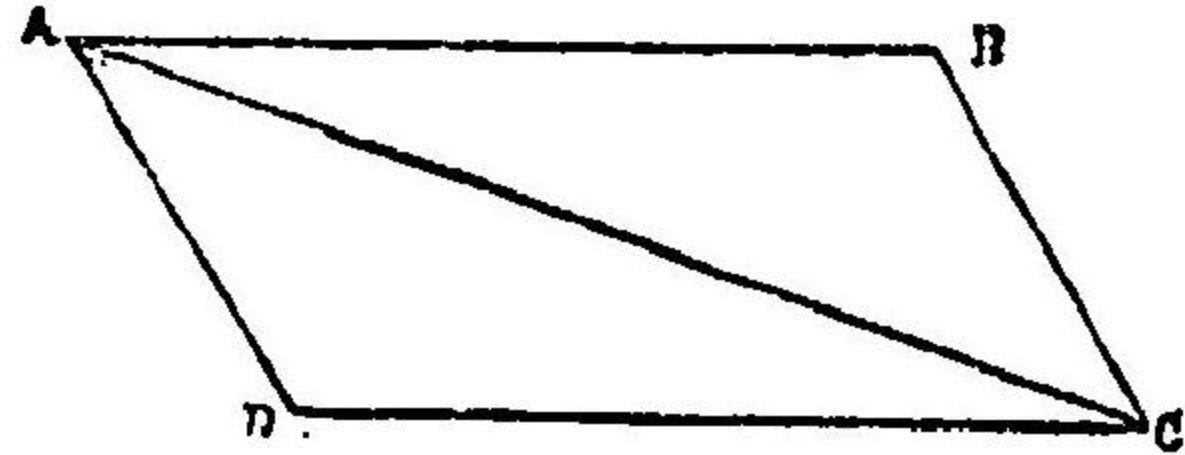
今一の物體單一なる力に因て招かるゝときは物體は其力の方向に従ふて運動するや勿論なり、固より防害物なき場合あり、然れども今同時に於て異ありたる種々の方向に迄力を與へらるゝときは物體は通常は決して同一

(圖 五 第)



の方向に於て運動せざるべし、たとひば第五圖中、川の兩岸に於て二人が網を曳きて小船を漕ぐときは、船はABに於ても動かすACに於ても動かす、唯中間なるAEなる方向に進行すべし、詳言すればAEある方向より惹かれたる如き者とあるなり、此異りたる雙方の力を以て單一ある力を與へられたる如くAEの方向に進行するものを稱して總力といふ。蓋し二箇の力を集合して生じたる力なれば也、而して此異りたる力は稱して結成力の原因といふ、通常二力以上の集合は單一なる力と同一ある結果を生じ、此集合によりて始めて生じたる方向は即ち結成力あり。

(圖 六 第)



第三節 並行力

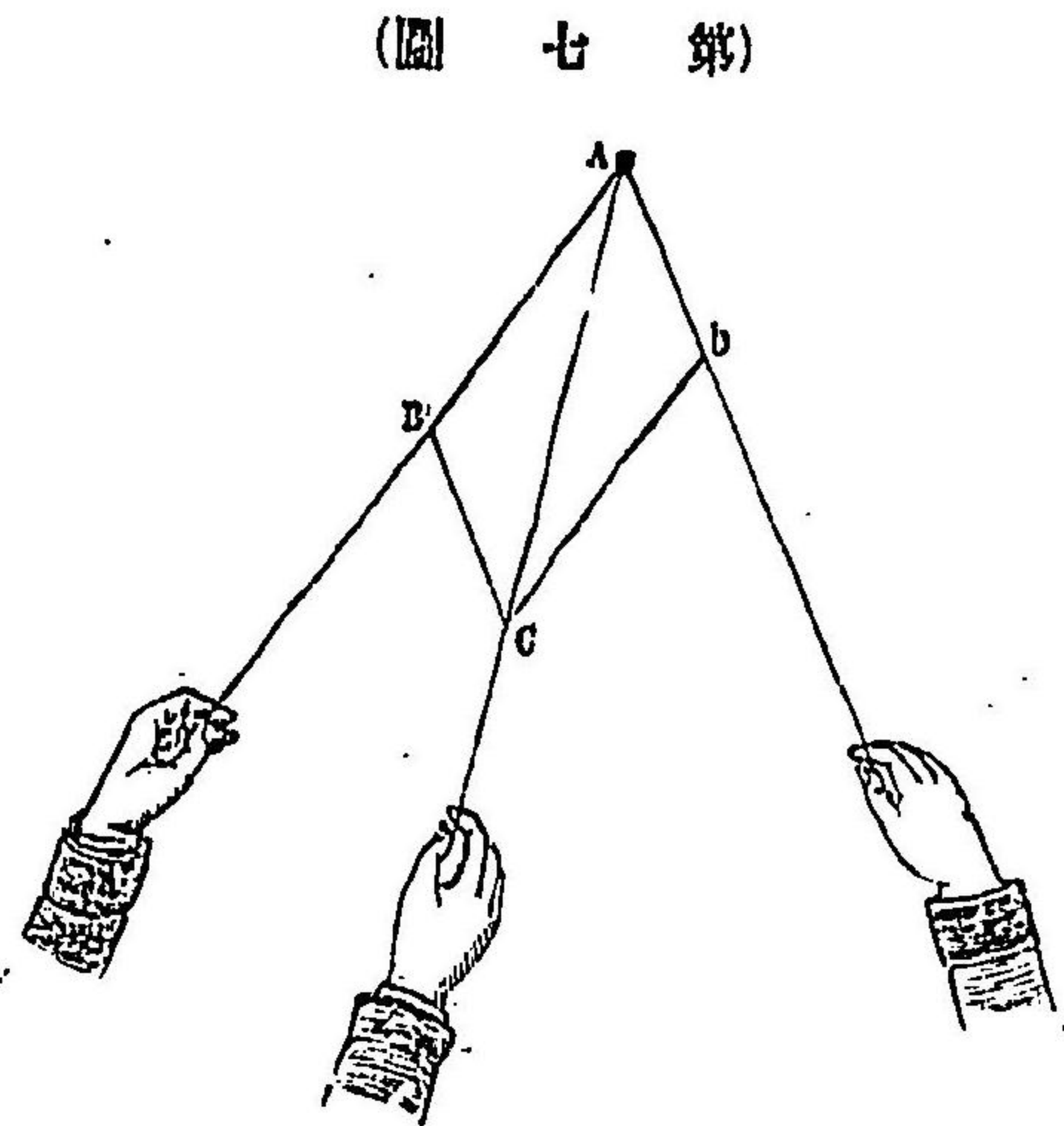
今第六圖に於て二力同時Aに働き、一力はABの方向に他の一方はADの方向に此點を動さんとす然るときは、

此結成力はAOある方向を取るなり、凡て二箇の力が並行したる線内に其方向及び力を断はすときは其集合したる力の結果は、此等の線を横断したる點を經過する所の斜線にあるものあり、以上の者を稱して並行力といふ。

今二箇以上の力を與へ而して此等の力の結成したる最後の方向を見

出さるべき者は、組成力といひ、又此理を轉用して一點に動く方向と二力以上に分ち、其原因の方向及び強弱を變せらざらしめ、或は二力に分ちて其内の一力のみに従はしむるを力の分解と云ふ。

則ち第七圖に於て示す如く二箇の力同一ある點に與へらるゝときは力を



(第七圖)

あらず爲めにAB ADある二線をAより開き、其線の傾きを充分平均にして引き張るべし、然る後AよりACある斜線を畫く可し、是ハAD及ABなる二箇の力の集合より生して働く力の方向にして、屢々前文に説示したる理に於て飽きる程開き給へしからん。今既にAOなる集合力の方向知られたるを以て此等の線に並行してDC BC線を引く可し、然るときはAB及びADなる描截せられたる線はACある力を發したる原因にして、最初ハAB及びADある方向より力を與へたる者と知るべし、故に力の分解によりて、最初與へられたる力を知り、最初與へられたる力に依りて、其結果として働く力の方向を知覺するを得べし。

第四節 組成力の實例

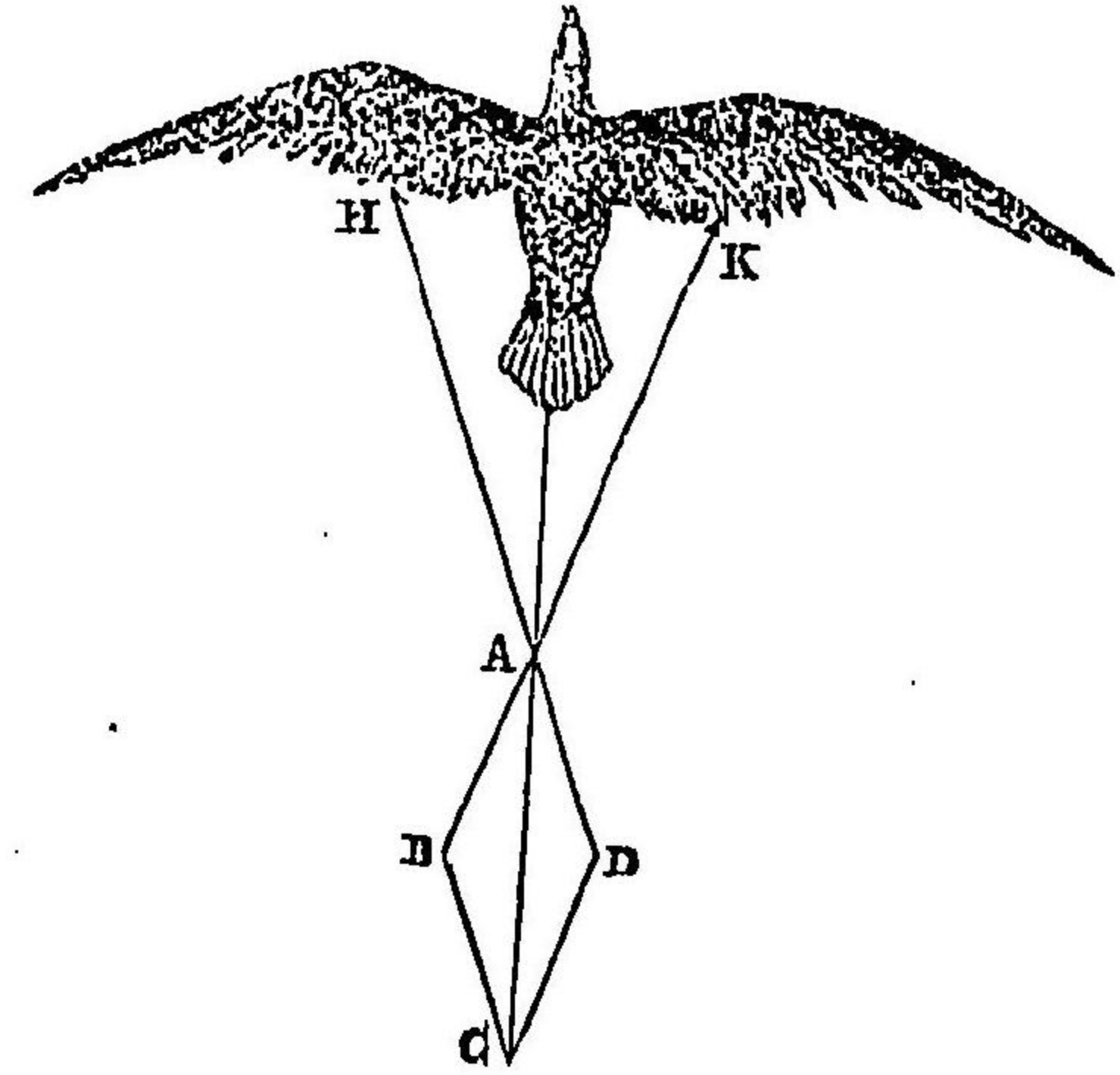
空中を飛躍する所の鳥禽は、自己の兩翼を以て空氣を打ち而して空氣は鳥の前方に進まんとする力の妨害を與ふるなり、今第八圖に示すか如くAK及びAHをして其抵抗を露はさしむ。又交互に一樣にAB及びADなる線

をひき然る後ACある斜線を引く
 斯くして吾人はACは二箇の力(兩
 力)の働く方向を示すなり而して
 鳥禽はCAある單一の力に依て空
 中に飛躍する如く見ゆるもの
 なり、

第五節 分解力の實例

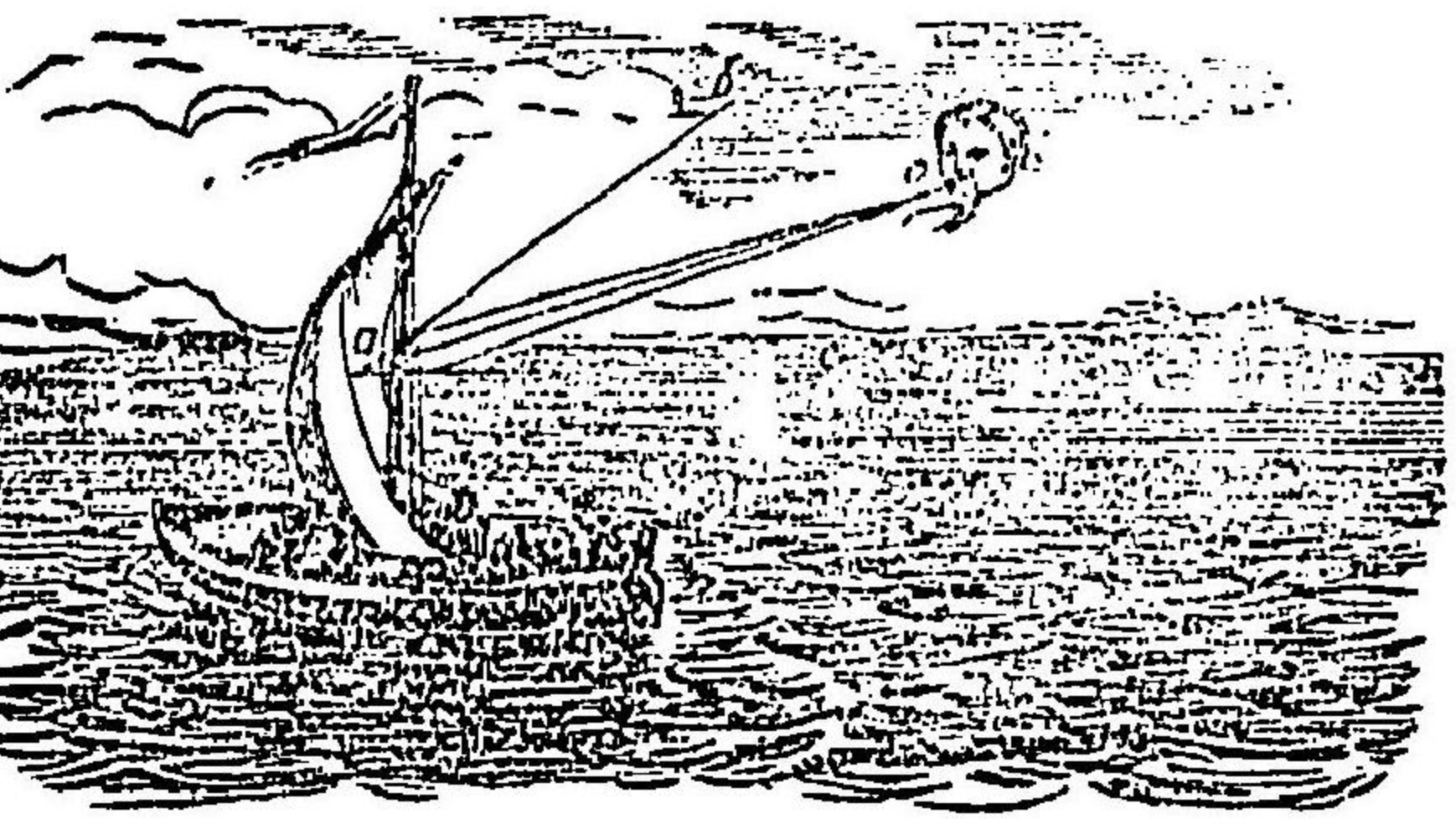
力は物體の一點にのみ角度を爲
 して働者にあらず屢々一體中數
 個の點に働くとあり吾人は組成力を得ると陳べ終り又其實例をも前
 節に於て示したり故に是より力の分解の實例を示さんと欲するなり。
 今帆船第九圖に於てODなる方向に次ぎ進む所の温風に因て馳駛す
 るものとせば吾人は第三節に述べたる定義により風の強力は二箇の

(圖 八 第)



集合を以て成りたるものとするを
 得べし、則ち一はDにして龍骨(船)の
 方向に、一はDにして龍骨に直角線
 みあるべし最初のDcは船を前方に
 進行するの結果を生すべし、第二の
 者Dは一部分水の爲めに抵抗せら
 れて其進行を妨げ又一部分は其れ
 か爲め船を横動せしむべし、此横動
 は稱してリーウエといふ、

(圖 九 第)



第六節 並力行の合成

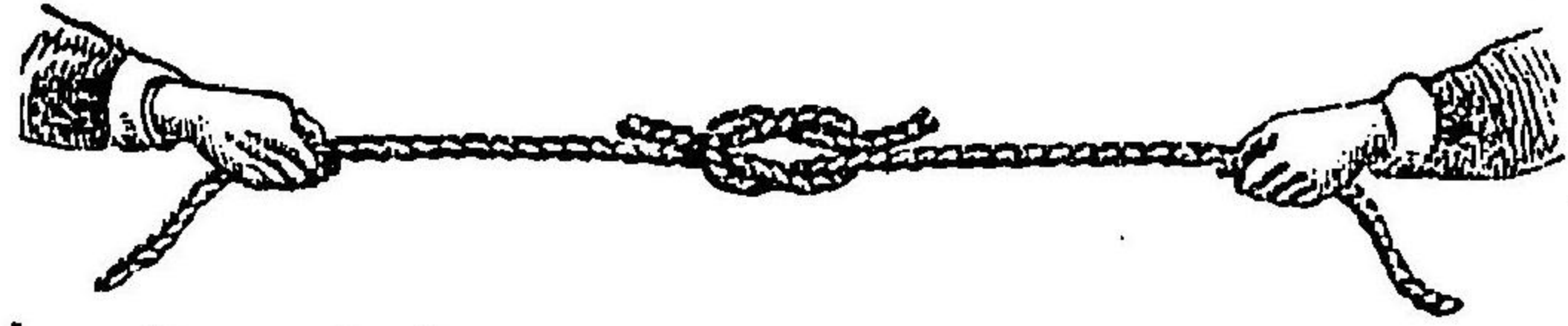
並行力の合成とは二箇以上の力並
 行して合成したる者を云ふ。今二頭の馬車を挽く爲め轅の一端を引
 くときは此力の合成の結果は二頭の馬の力の和に等し然れども今此

馬平行に進まずして反對の方向に馳するときは恰も川流に遡る蒸氣

船が機械力に依て進むか如く遂に其進行を遅するの原
因となるべし故に力は必ずしも合成したりとて増すに
あらず却て反對に進行するときはその合成力は各力の差
に等しき者あり、

第七節 力の平均

種々の力一物體上に互に均一に働かるゝときハ之を稱
して力の平均といふ。力の平均の最も簡單なる者ハ同
一なる強力を有する二人交互に正しく繩の兩端を引く
とにして、則ち第十圖に於て諸君の見らるゝか如し又同
一なる方法に於て、同一の重量を有する籠が滑車を通し
たる繩の兩端に恰好に支えらるゝときは是力の平均な
り、猶ほ机上に於て一の物體を安置したるときは、下方に



(圖 十 第)

推壓する所の物體自身の重力と下底に墜ちんとするを防ぐ机の抵抗
力と平均したるものあり、今物體の重量抵抗力より大なるときは机は
破れて而して物體は下底に落下す、以上の例は則ち物體の力平均した
る例あり。

第八節 遠心力。求心力。

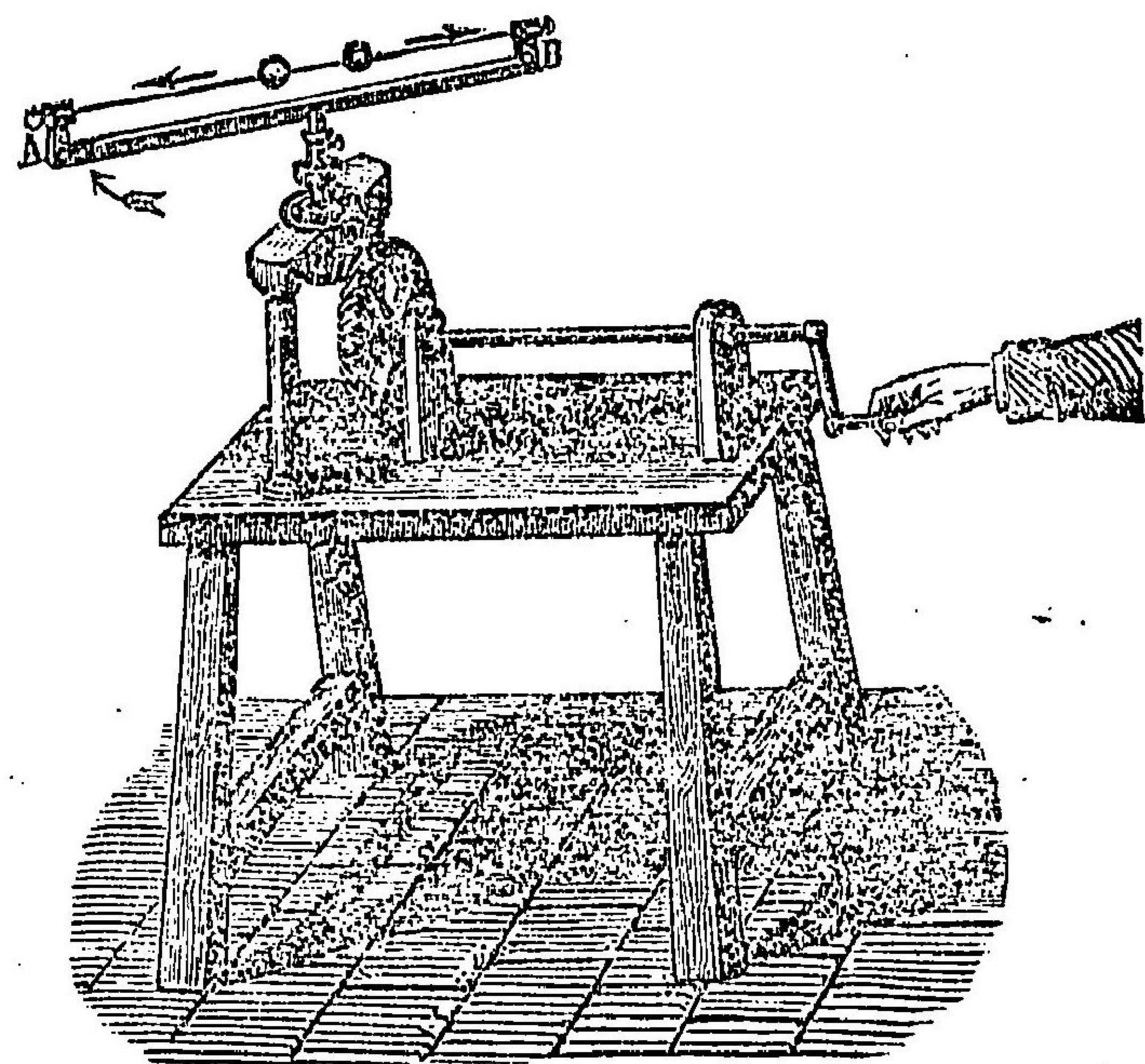
前文に於て力の原則及其實例規則等を述べたるが、本文は其力の抵
抗となるもの即ち遠心力及び求心力の事を詳述せんとす。遠心力と
は廻轉する物體其中心より飛び去らんとする力を謂ふ、又求心力とは之
と相反して轉體を中心に吸引せんと欲する力を謂ふ。故に其廻轉の
力と抵抗力との相平均す、如何となれば物體ハ常に中心より飛び去ら
んとすれども、又中心に吸引せらるの力を有すれば也。

試験 今一個の球を取り之に糸をつなぎ、手にて廻轉するとき此

球は絶えず飛ひ去らんとする傾向を有すと雖も繩の爲めに支止せられて、其傾きを止む、則ち此例に於て飛ひ去らんとするの傾向は遠心力あるか爲めにして、而して此傾向に抵抗する力は求心力あり、今若し球を結ひかけたる糸を廻轉し、忽然之を放つときは、球は遠心力によりて、遠く飛躍し去る可し、又玻璃器に色液を半は充て、繩を以て縫し、然る後其繩を取て嚴しく旋轉し、卒然手を放つときは、玻璃器迅速に却旋す、是に於て器内の水に遠心力を起し、凹形を爲すと雖も、若し水を此器内に満盛するときは、其水遠心力の爲めに、逃山四散すべし、此二力の作用を示すに、猶ほ的例なるものあり、太陽の周邊を諸惑星の旋轉するに因て知らん、凡そ惑星各々其軌道を旋轉するにあたり、自己は遠心力の爲めに直線に飛ひ去らんと欲す、れども、求心力即ち太陽の爲めに吸引せらるゝを以て、終に軌道を脱せず、曲線に進行す、遠心力は曲線に運動する物體に、其作用を示すのみならず、軸の周邊を

圍る者にモ亦其作用を爲す、今第十圖に於て示すか如く、装置にして AB なる横木ありて、其兩端を曲げ、其兩端には銅線を貫通し、二箇の象牙球を挿入す、今一人器械の端にある曲りたるつかみを取り、之を廻轉す

(第十圖)



球を挿入す、今一人器械の端にある曲りたるつかみを取り、之を廻轉す

るときは、ABの横木に挿入せられたる象牙球は、其廻轉に従ふて、線の兩端に走ると矢の方向にて知らるべし、是れ畢竟遠心力の作用に依るなり。廻轉する物體の遠心力は、其速力の自乗に隨て増すものあり、故に地球若し太陽の周邊を旋轉するよりも、速力更に二倍して急轉するとき、其遠心力も亦増すと四倍なり、若し速力の増すと三倍あるときは、遠心力は九倍す、諸君が抛石帶を以て石を抛たんとするとき、迅速快手に之を廻轉すれば、ゆるく廻轉するよりも、其帶早く斷れ易きも、畢竟遠心力の強き理由に外からざる也。

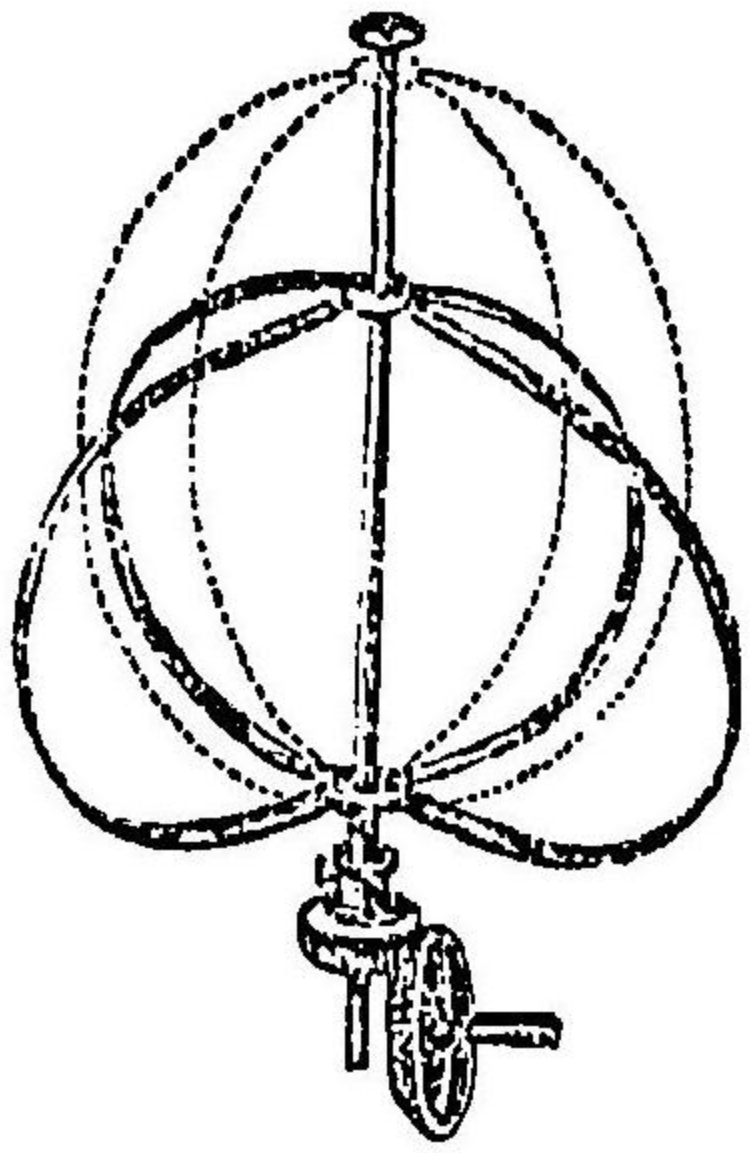
第九節 遠心力の結果

吾人は前文に於て遠心力及び求心力の事を叙述したるが、遠心力の結果にて諸君に一言せんとす、蓋し瀛車の迂曲變延したる小路を行くや、遠心力は其軌道より放ちて危険の位置に墜下せしむると以て外部の

鐵軌を高めて此軌道を外さしめ、車輪は圓錐を爲し初て以て此害を防くなり、又荷車の輪に附着したる泥が、各方向に飛放するも、遠心力の結果あり、今又海綿を水浸したる後、繩にて扼し之を廻轉するとき、水は四方に飛散して海綿は暫時の間に乾くべし、是又遠心力性のある所なり、泰西の洗濯屋は此理を應用して以て衣物を乾干すといふ。遠心力の最も著しき例證を示せるものは、地球現今の楕圓形を造爲せるとあらん、蓋し地球の始めて造らるゝや、其體質は柔軟熱溶の液體にして外部の冷風に遭ひ、漸々固形體となりしに相違あり、故に其堅牢となるの際、廻轉の迅速なる爲め（毎日其軸遠心力従ふて旺盛に赴き、殊に中心なる赤道は尤も速力迅速なるを以て、赤道の面は膨脹隆起し、兩極の面は平扁にして遂に圓の地形を造爲し、兩極の直徑は赤道の直徑より短きと十里半といふか如き不均衡を生したるものならん。凡て遠心力の平分線尤も強く南北に相去るに従つて減し、終に兩極盡頭

に至て全く消盡するものあり

(圖二十第)



今之を證せんとするに當り第十二圖に於て見るか如く此器眞直なる金或は木の圓軸あり之に因り廻轉する裝置あり此軸の下部に於て黃銅の四箇の糸輪しかど交互に結び付けられ而して圓形に彎曲せらるゝと……線に因て露はすか如し今此眞中の軸速かに廻轉せらるゝときは其輪は遠心力の作用の爲めに軸の下部に下り扁圓あると圖に於て見らるゝか如し是れ試験に因て證したる實例あるを以て地球が遠心力作用の爲めに扁圓となりしとを證するに充分なるへし

遠 心 力 の 結 果

第六章 機械力

吾人は前文に於て力の事を詳細に論したるを以て諸君は力は如何な

機 械 力

るものなるかを理解せられたるからん力は只自己の方向に中れる一點にのみ直接に働くものにして假令へこ源機の圓筒の吸子杆は只其方向に中れる體とのみ直接に運動せしむるか如きなり若し其方向の外にある物體の一點に働き其體を運動せしめんには必ず相當の裝置を爲さざる可からず其裝置は則ち本章の題目たる器械と名けるものにして常に小力を以て能く大重の物體を運動せしむるの用を爲すものなり故に器械は左の如く定義を下すを得へし器械なるものは或一點に働く動をして他の點にも其効力を奏し露はす所の方法あり

以上の定義に従ふときはかの一般に謂ふ所の道具は、若し技術師(大工、左官、其他の職工)か用ふるときは皆是れ物理学上機械といふ名を附すべきものにして如何に簡單ある者と雖も皆是れ種々の裝置より成るものあり即ちかの剪刀の如きは一見するときは甚だ簡單なるが如くされども皆槓杆の理後に説く可しに基きて裝置製作せられたる

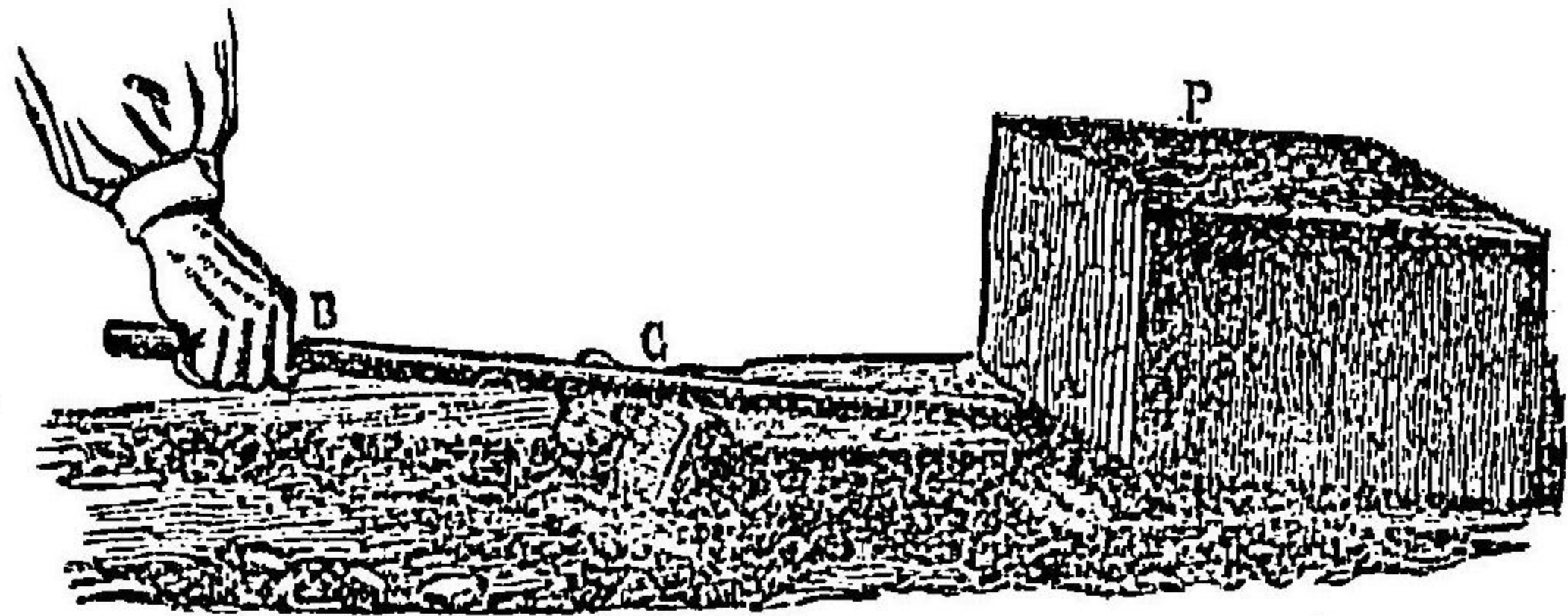
ものかり又如何に復雜したる器械ありと雖も若し物理学機械の定義によりて之を研究するときは決して困難復雜にあらざるのみならず容易に其理を見るを得へし、たとへば連合滑車の如きは、一見にるときは甚だ混雜したるか如くあれども、深く之を研究するときは、唯單一なる滑車を數個合したるに過ぎず、單一なる器械は之を稱して單性器械といひ、復雜したる機械は之を稱して復性器械といふ、以上七種あり而して此等の器械中、理學を研究するに尤も必要あるものは槓杆なり、其他の者は順次章を追ふて研究せんとす

第一節 槓 杆

槓杆とは撓屈せざる堅剛の木材にして、支點と名くる定點上に安し物を上下左右自在に動かすべき者を云ふ。動者として働く所の力を力點といひ、他の者を稱して重點といふ

槓杆は第三點に區分するを得べし、是等は力點及び重點に關係したる

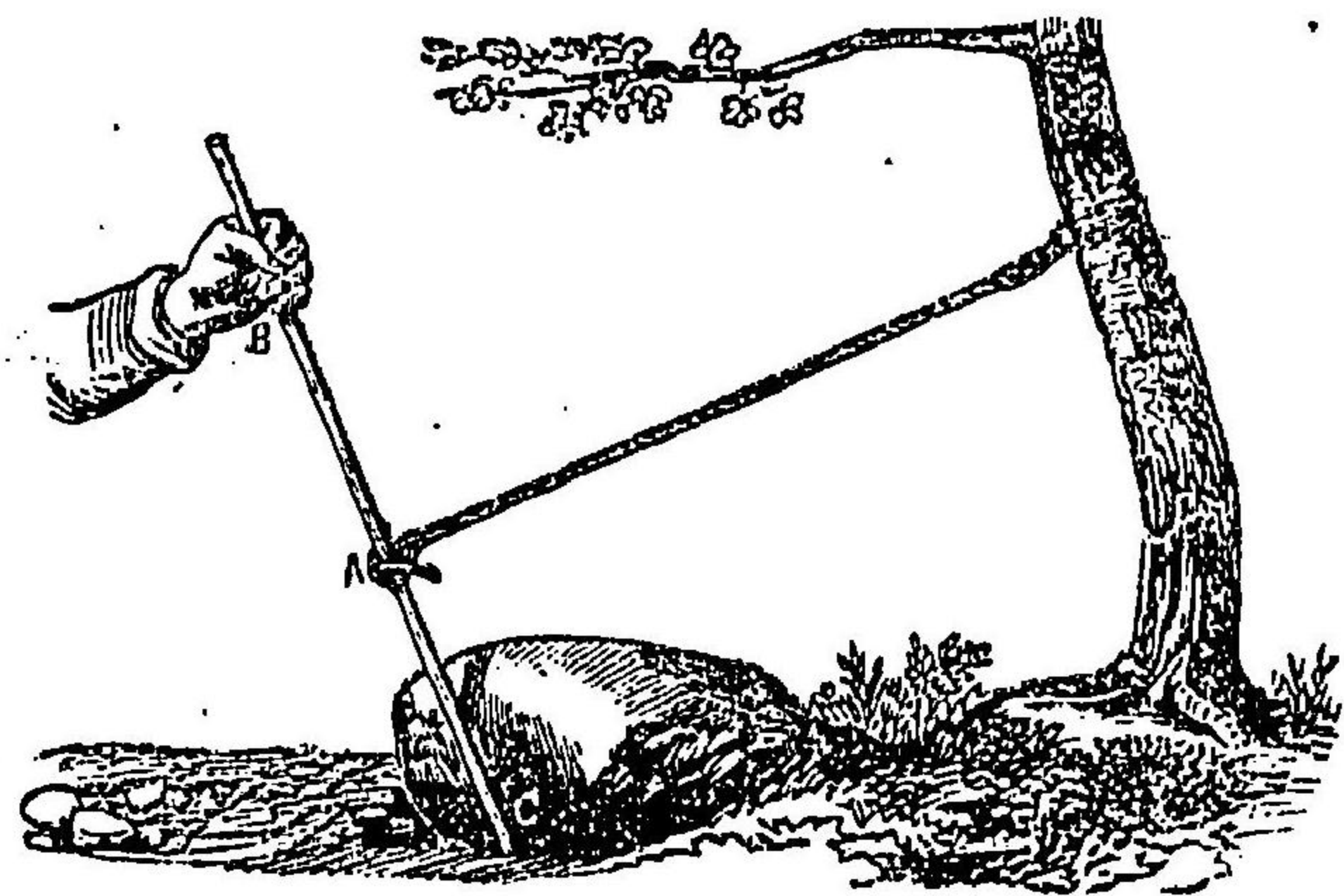
(圖三十第)



支點の位置に因て異なるものなり、

第一 第一の場合に於て支點の力點及び重點の間にあり、則ち第十三圖に於て示すか如し、同圖に於て手を稱して力點といひ、

(圖四十第)



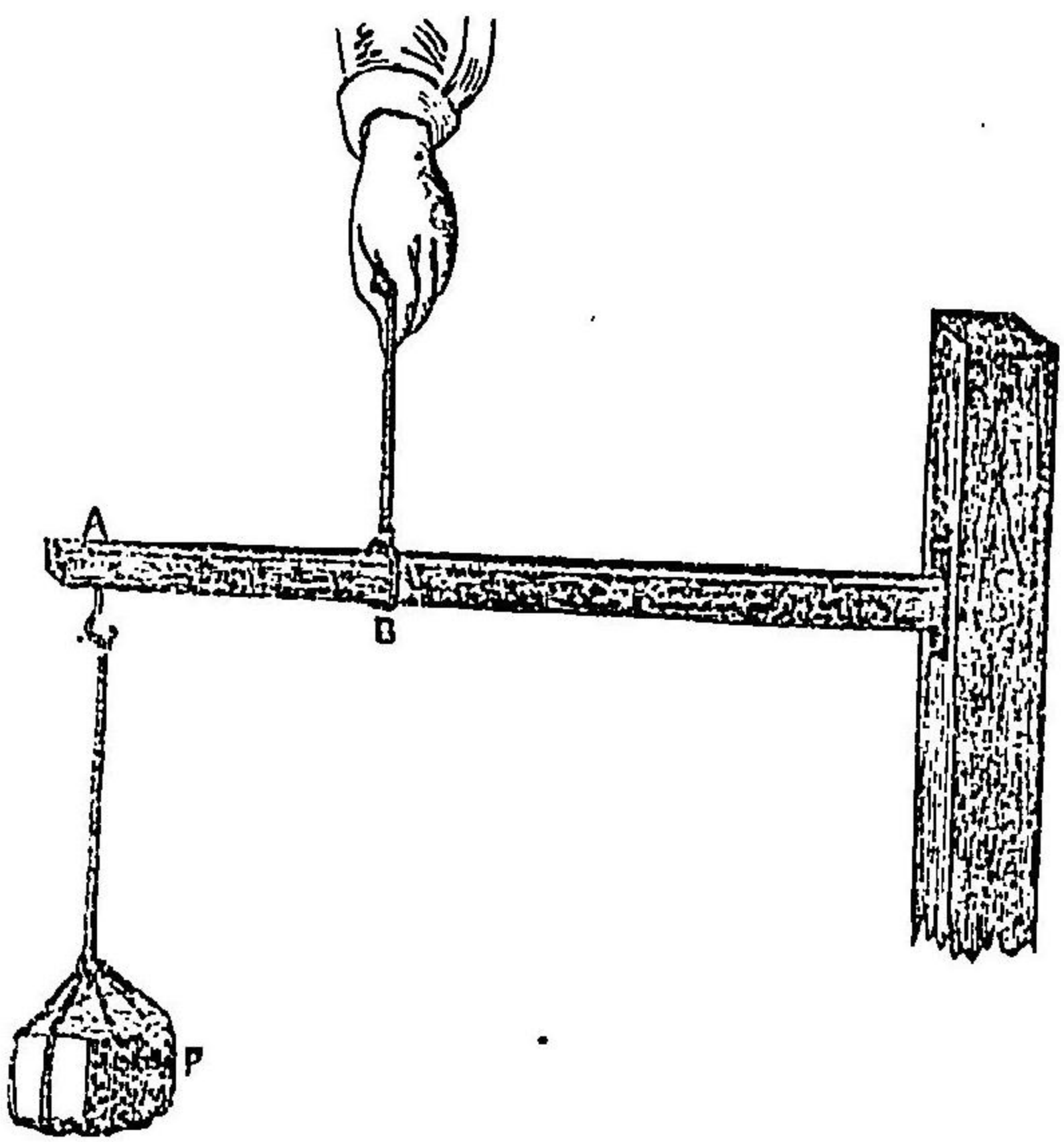
Pある重量の重點にしてOある定點を稱して支點といふ。

第二 第二の場合に於ては支點は力點及び重點の前にあり、而して最も接近したるものは重點あり、則ち第十四圖に示すか如し、今力はBに於て與へられ、Aは重點にしてOの支點あり、

槓

杆

(圖五十第)



第三 第三の場合に於て、支點は力點及び重點の前にありて、而して最も近きもの力點なり、第十五圖を見て知らるべし。

前章の三點に於て凡て支點より力點及び重點の距離を稱して、木槓といふ、則ち各三圖に於てOBの力といひ、CAは重點の槓杆力といふ。

第二節 槓杆力の平均

凡て器械に於て、槓杆力の助けに因て生したる結果は、其木槓の長さ増すに従ふて其力又従ふて増すべし、則ち木槓の長さを二倍若くは三倍するときは、同力を用ゐて二倍若くは三倍だけの重量を運轉するを得べし、故に若し此槓杆力の理を活用すれば、世界と雖も直ちに舉げ擡ぐるを得べし、といふアーサー・メーダ氏の談話なり。

機

械

力

さて器械に因て重量を運轉するには、槓杆力平均の必要尤も大あり。如何となれば、力餘りありて重量輕き時は、是れ力の損失を來すべく、又重量餘りありて力足らざる時は、是れ物體と運轉する能はさればあり、故に木槓に於て槓杆力の平均を説く所以あり、屢々論する如く、木槓の長さ増すときは、同一の力にて數倍の重點をわくるを得るを以て、若し之をして平均せしめんとするときは、恰も正反對となるべし、詳言すれば、凡て三種類の槓杆は、其力點より支點に至る距離が重點より支

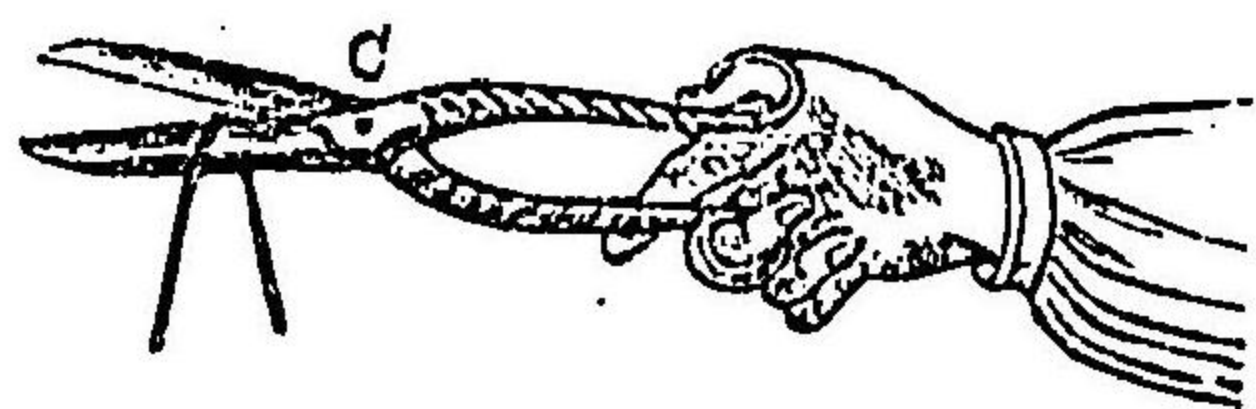
點に至る距離より長きに從つて力に益ある者なれば、今かりに力點より支點迄の間隔、重點より支點迄の距離の三倍とするときは、力點より支點迄の距離の三分の一とすれば可なり、又力點より支點迄の距離と重點より支點迄の距離相同しきときは、是本節の所謂槓杆力平均の場合なりとす、

以上三種の器械に於て、第一種は力に益ありて時間には損あり、第二第三種は力に損ありて時間に益あるものなり、

第三節 槓杆の實例

今日世上の職工等か用ふる器械は皆な此槓杆力の合成して働く道具なり、手近くかの剪刀の如きは第十三圖の實例を示すものにして、 O は支點、手は力點、而して剪截せ

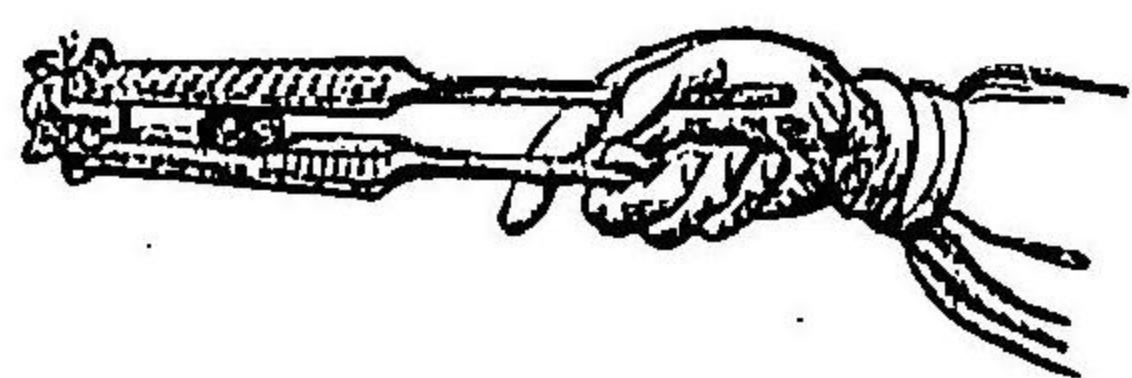
(圖六十第)



らるべき物體は則ち重點あり、其他普通の秤量或は唧筒の把手の如きは皆、第十三圖の實例を示したるものとす、又胡桃鉗胡桃

を解剖する器械は第二の種類のに屬すべき者にして、則ち第十四圖の實例として見るを得べし、一端は支點、手は力點、而して重點は解剖せらるべき胡桃ありとす、又船の槳は第二の種類のに編入すべきものにして、水中にある槳の下端は支點なり、船夫の手は力點、船むしる打破すべき物體、即ち水は重點となるなり

(圖七十第)



次に第十五圖の實例としては、人體を構成する所の種々の骨に於て見るとを得べし、則ち人か掌上に物を持つや、肘の節は支點にして、其節に接近したる下部の腕筋は力點とするべく、掌上にある物體は重點とするを得べし

第四節 他種の器械

前節に述べたる槓桿器械の外に二箇の單一ある器械あり、
 一は繩にして他は斜面といふ。繩は別段説明すべきものにあらず斜
 面は漸次進んで其機に投し説明せんとす蓋し此等の器械を應用して、
 滑車車輪及び車軸螺旋槓の器械を作るを得べし此七種繩及び斜面を
 も合すの者を稱して器械力といふ凡て此器械の装置及び其原理は復
 雜に過ぐるを以て本書末篇に於て説明したり蓋し器械力は力を起す
 原因とはあるものにあらず惟其力の補助とあるのみなればなり、

第七章 重力

前章は唯だ人の力若くは機械の補助によりて力を起すの事を論した
 るものあるが他に猶ほ著しきものあり則ち地球の引力是なり、
 重き物體を手より放つ時は物體は天に向ふて上るとなく又横さまに
 は走り去らすして必ず地面即ち地球の方に落つ之を物の落下せりと

いふ地球は物體を引くと雖も吾人か見る所の物體は殆ど皆地球に向
 ふて動く者と誤解すべからず幼年諸君も著者も落下しつゝあるにあ
 らず吾人は何故に落下せざるや是れ吾人が床上に立つか爲にして若
 し床かければ固より吾人は地上に落つ可し故に床は吾人の重量と支
 ふるに十分ある強さを有せざるべからず以上の言によれば地球は凡
 て物體を引くと雖も吾人か見る所の物體は多く地球に向て動くとき
 し是れ其重量に抵抗すべき物體ありて之を支ふるによる此重量と云
 ふ物體の性質は地球の引力より生ずるものにして地球か顯はす所の
 此力を重力とは云ふなり。

猶ほ他に云ふべきをあり則ち以上の説明の物體より云ふとき勿論
 重力されども地球より言ふときハ引力あり萬物の重力の爲めに地下
 に落墜せんとするの力を有するのみならず又互に相引かんとする力
 を有す之れ又引力にして物の實質の力あり故に實質の引力の合する

所にして實質いよく多ければ引力いよく盛なり
 試験 茲に甲乙二個の物體あり同量の實質を有し互に相引接せんとするの力も亦能く相平均すと雖も若し甲或乙の一體に於て其實質を増加すれば引力いよく盛にして他體を自己に引接するなる可し、凡そ地球上に於て實質の夥多あると地球實體に及ぶものも、至大の物體も尙ほ地球に比すれば幾萬倍小ならざるを得ず、故に地球上に物質の力地球自體の如く強大あるものあらず、從て引力最大あり、故に地球の萬物悉く地球の表面に接近せらるゝあり、是を以て物常に地を離るゝとなく、一度他力の爲めに地を離るゝも之を支持するものなければ、必ず地に向ふて運動す、之れ物體の墜下する所以也。尤も地球自體も亦地上の他の小物の爲めに多少引接せらるゝに、相違なきも、其距離實に僅々にして見ると能はざるなり、前に屢々示すが如く地上の物體は互に相引きて近接せんとし、二線の

端末に各々一球を垂下するに互に相就るんとするは理論上可然事なれども、實際諸君か此の如く見ざるは何ぞや、是別に地球引力に制せられて自己の引力を選ぶするを能はざるのみ、蓋し地球引力の方向鉛線の向ふ所にして之を直線の方向に延長するときは、必ず地球の中心に達すべし、蓋し地球の引力の集る所は地球の中心にあるものあれば、其中心の方向線に引接せらるゝや疑なきあり、何故に地球の引力は尤も其中心に於て強きや、蓋し中心の左右上下の力に差あるとかければ也、若し中心より少しく上部或は下部あるときは、其實質の多少あつて從ふて力も亦た大小の差あるを以てなり、其中必とは如何ある場所を稱して云ふ、其中心は垂直線及び水平線の交叉したる所即ち是なり

第一節 垂直線。水平線。

垂直線とは一物體の墜下したる方向の線を云ふ、此垂直線の凡て地球



の中心に向つて集る然れども今物體を接近して放つときは其方向は
 並行するものと考へらるゝなり。

ちたる人あり再び反對の方向に彼等の頭と廻轉するときは交互に

試験 第十八圖に於て *ao* 及 *bo* は垂直線
 あり然れども今若し此兩線相密接する
 ときは其傾度極めて少きを以て共に
 平行して垂下する者の如し又今 *bo* 及 *hi*
do の如く各處を異にして垂下するときは
 平行せざるを見るべし猶ほ數處に數多
 の物體あれば反對の位置にある物の方
 向は總て一垂直線を爲すと前例に於て
Poco 等の諸線の如し今第十八圖 *EE'*
 に於て則ち地球の反對の面に眞直に立

其足も廻轉すべし而して此等の人皆垂直線にたちたるものといふ
 べし故に地球上吾人の立つ所の直下に當りたる國人の正に吾人と
 對するものにして我より之を見れば恰かも倒立するか如しと雖も
 其地も亦諸物皆地球の中心引力の爲めに地面に向て落ち來ること
 正に吾人の住居と異らず是故に地球の下底と稱するものの中に
 外ならずして表面の皆上なり

水平線との其線と先きの垂直線と交合して直角を爲す所の者を云ふ
 故に水平線は或る場合に於て垂直線となるを得べし垂直線の水平
 線とあるを得べし水の表面は稱して水平といふ然り僅かなる平面に
 向つて水の水平面といふを得べきも大洋の如き大なる表面の地球
 表面の周圍に伴ふを以て彎曲したるものあり

以上の垂直線及び水平線の原理によりて天文の觀察を均一にし及
 ひ其裝置を構成するを得るなり

第二節 鉛線

鉛線といふ線の一端に重き物體(鉛なり)を支へたる線を云ふ。今此線の他の一端手にて保たる、と云ふ、鉛の地球の中心に傾き、其重力の方向に糸を引き伸のすべし

是前節に於て詳述したる垂直線を示すに好例なり、築城者或は其他の建築師の終始必要を感じるものあり、今泥工は壁を築きて其外側果して鉛直なるやを見んと欲せば、長圓形の重量ある鉛の直徑に等しき長さを有する四角なる平板を取り、其中心には一の穴を穿ち、其穴の大きさは糸が貫通するに恰好なる過不足なき様にべし、今泥工が壁の側面の凸凹を見んとするや、其平板の一端は泥工の指頭にて壁に押しあてたり、今此垂鉛正しく壁にふるゝときは、此壁の外側は正しく直角なりと知るべし

第三節 重量

吾人が感論する如く、萬物常に地心に向つて下落せんとす、之を重力といふ、而して重力は引力に因て生ず、地上に於ては之を引力と稱し、物に於ては之を重力と云ふ、其名異にして其實同し、其重力と名くる所以は物を地心に引接せんとする力に由り、下落する所の物を支持するの力に抵抗を生し、即ち其物をして重からしむに因れり、故に凡そ物體は他の物體を以て之を支持すれば、其體の必ず多少の力を以て此支體を壓す、此壓力の大小を名けて物の重量といふ、

而して其重量の物の分量即ち實物の多寡に従ふて差異あり、例へば鉄丸を以て同容の木丸に比較するに、鐵丸の木丸より重き所以は其蘊藏する所の實物の數多きによるなり

物體の重量は各分子間に行はるゝ重力(引力)に歸因す、然れども決して物體の重力と混合すべからず、重量あるものの一物體他物の爲めに抵抗せらるるとき、重力の結果として始て起るものなり、故に其物體

他の抵抗するものなき時は、他の結果を生ずべし、則ち運動是なり故に物體の重量なるものは、物體自身が保つ所の實質分子に比例するものにして、其實質分子大なれば隨て重量大なり、蓋し重量あるものは秤量にて測るを得べく、重力たるものは一定の時間内に働く速力に因て測量するを得べきものあり、

第四節 重心

地球自體は尤も引力或は重力大にして、而して其引力の集る所は中心にありといひり、故に之より小なる種々の物體に於ても、重量の中心あるものさかる可からず、
重心とは其物體の一部を支えて、全體の平均すべき場所にして、重量の中心に外ならず。

試験 試み一球あり、其中心線に沿ふて兩斷すれば、其兩片の重正さに相均しかる可し、故に體の重量は、其重力の中心に全く相聚るもの

なり、而して重力の中心を以て容積の中心及び運動の中心と混せざるを要す、但し容積の中心とは、其物の四方反對の點より一様に相距る場所を云ひ、運動の中心とは、他の場所へ凡て運動するに唯一所のみ静止して更に動かさる場所を云ふ、
而して重心あるものは、通例數學上より之を割出さる可からず、然れども又多くの場合には、其重心點明白あるとあり、四角、長方形、圓形、楕圓形、机さび、皆其重心中央點にわたるなり、

第五節 物體の平均

物體には重心なるものあり、此所を支ふれば物體決して倒るゝとさし、是即ち物體の平均にして、天地間の萬物皆平均を得るを以て、安定せらるゝなり、見よ、讀者も著者も歩行する際、其重心を失はざるを以て、安全に歩行するとを得るなり、若し一度體の平均を失はば、吾人は倒るゝべく、街上の電信柱、家屋、其他の建築物は皆倒れて、吾人が頭上に墜つ可し、

物體の平均實に大なるものあり、
今一物體あり之を支ふるとき物體の重心と一直線に於てあるときは
物體は平均して何れへも傾くとなし即ち第十九圖に於て示すか如く、

(圖九十第)



一人の小兒は彼の指頭の上に
平均したる杖を露はせり圖中
の重心にして小兒が支えた
る指頭の方角を通して眞直き
り故に此棒は所謂平均して何
れへも倒れざる也而して此等
を稱して不定平均といふ。

又或る物體を二個の點に於て支ふるに當り物體の重心若し二箇の支
線を結合したる方向線内にあるときは是等も又物體の平均したるも
のあり第二十圖に於て示すが如く、一人の小兒竹馬に乗りたり此小兒

若し安全に自身の位置を保たんと欲せば小兒の重心は地上に畫きた
る「……………」線(二箇の支點を結上
眞直にあらざる可からず此例
も亦不定平均といふ、

例證 平均の技術を應用
したるものに於て曲馬師及
び綱渡師は尤も巧みに重心
を保ちたるものと云ふべし

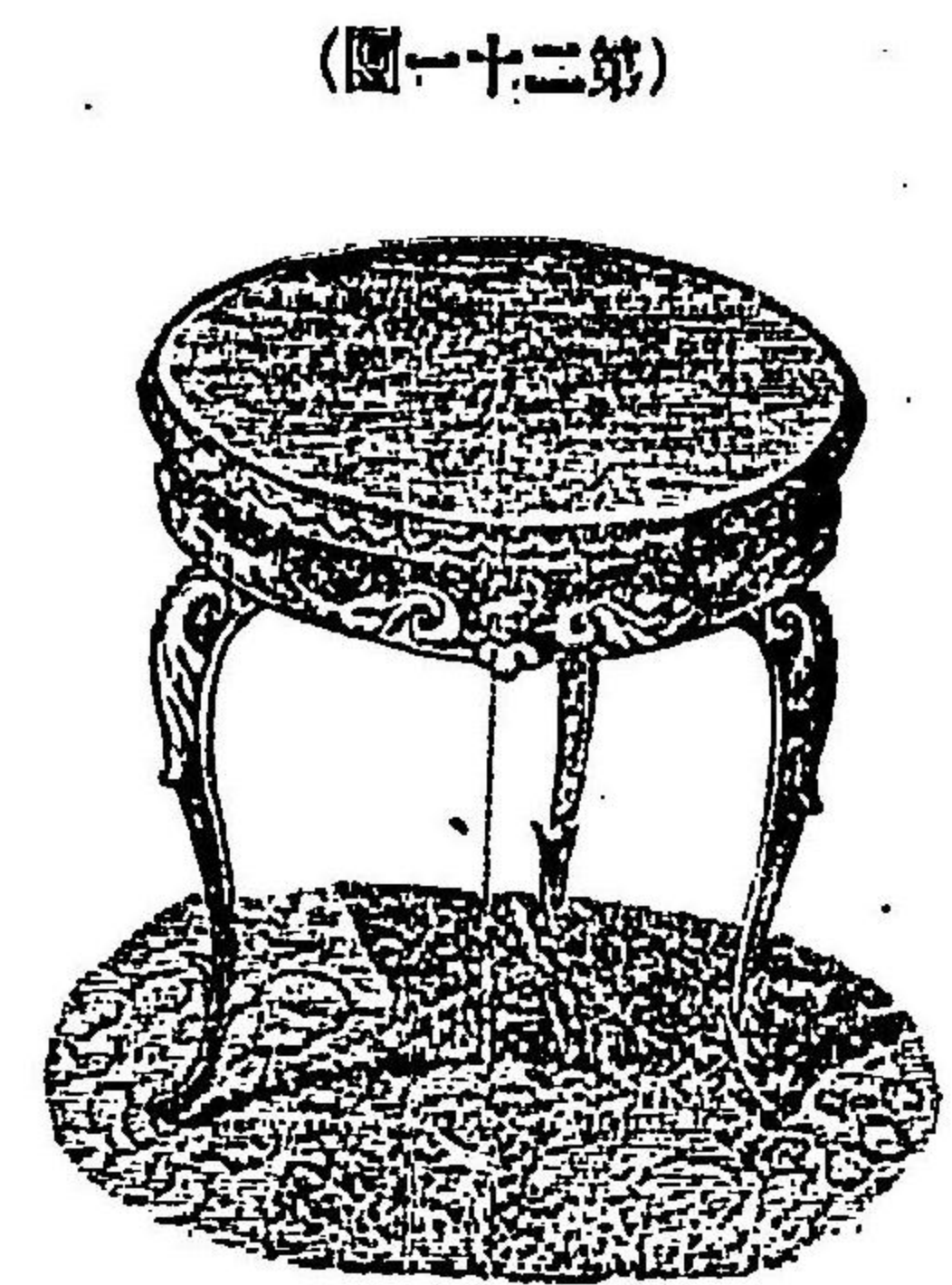
(圖十二第)



今又一の物體ありて三箇の點に支えられ而して此三箇の支えの點を
延長して線を引き三角形を作り而して物體の重心此三角形線内にあ
るときは是又物體の平均したる場合あり

全第二十一圖に於て示すか如く三脚の机あり此机の重心はに在り、
而して今其三脚より圖の如く線を引長して三角形を作れり今を延

長したる線正さしく此三角形線内にあるを以て此物體は平均して動



(圖一十二第)

くときし又他の物體ありて四箇或は五箇以上の支點と有するときは矢張り今吾人か前陳したるか如く其物體の重心より線を延長したるものと見做し其支點を各自延長して結び付けたる線内にあるときは矢張り平均して動揺する

第六節 物體平均の種別

前節に於て物體平均は何れの場合あるかを説けり然れども其物體の平均するに於ても種々の類別あり或者は永久平均して動かさるべく、或者は一度他の力に遭ふとき直ちに其平均を失ふて頓るゝとある

べし

今一物體重力の爲めに働き而して其支點一箇以上を有するときは、是等は三種の場合に於て平均すべし

- 固定平均
- 不定平均
- 獨立平均

右の三種あり、

固定平均 一の物體靜止に於てあるとき他より力を以て之を軽く動かさんとするも忽ち固との位置に復すときは之を稱して固定平均とす

此の場合には重心は體の最も下部にあるべし如何とされば重力の中心下て低所にあるときは其方向線も亦基定外に出て難く故に如何に其下底より之を動かさんとするも直に廻轉し其平均を保つ可し

試驗 此等の試験を證するには彼の商店に販く不倒翁尤も恰好なり其下部は鉛の如き重き物質にて造りたるものにして其重心は翁

か立ちたる低き部分にあり故に幾度之を投ぐるも翁は必ず起き上
かるべし

不定平均 一の物體今静止の姿勢に於てあるとき、軽く之を動かすと
きは再び其舊位置に復せざるのみならず、遂に其場所より滾轉して底
止する所を知らず、是を稱して不定平均といふ。

著者惟ふ不定平均の字義は固定平均に反する名にして、物體は今靜
止に於てあるも、是れ確定の靜止にあらすして、一度之を動かすと
は、直ちに顛倒し、毫も其基底定まらざればなり。

試験 吾人は前不定平均の定義を確むるに於て第十九圖第二十圖
は尤も好例なりと思ふ、即ち第十九圖に於て其物體の重心により
靜定すと雖も一度之に輕接すれば、直ちに傾倒し、又第二十圖も小兒
一度底線外に體を傾くるときは、同時に小兒は竹馬より顛落すべし
是等の場合に於ては其靜止に於てあるとき其重心は支點より必ず

物體の上部に於てあるときに限る、蓋し重心の務めて地球の中心に
引接せんとするものあるが故に、支點より高位にあるときは、重心更
に是より低位に下らんと欲し、安んじ直立し難き所以なり。

獨立平均 一の物體あり卒然他力を以て軽く之を動かすとき、固定平
均の如く元位にも復せず、又不定平均の如く直ちに他に廻轉せんとも
せず、或る所に平均するを獨立平均といふ。

此等の場合に於ては、重力の中心は、靜止するときは直ちに支點と同
位置にあるあり。

試験 吾人は水平の机上に於て安置する所の球に於て、之か實例を
見るべし、今玉を廻轉するとき、必ず其隨所に平均して動くとなし

第七節 物體の安定

物體をして大に安定せしめんと欲は、須らく其底の廣さを要す、即ち其
支點廣さを要す、蓋し物體の平均はしばしば、述ふる如く、其支點を結ひ

つけたる線(基底)内に物體の重心線あるものあればなり、
 物體の基底廣さときは、いかに非常に其物體は傾くも、其重心線は猶ほ
 基底線内にあるべし、而して重力は直ちに以前静止したる莖狀に復す、
 椅子、洋火臺、燭臺、或は其他彼等を固定に保つべき廣基を有するもの
 皆此例なり、

實例　ピサの塔は其偏傾の度甚しく一見するとき、甚だ危険の
 如くあれども、今其重心の方向線を延長するときは、猶ほ基底線内に
 あり、又ボロツナに於て、一千百十二年に建設せられたる塔ありて
 其地盤確固からざりし爲め、ピサの塔より猶ほ非常に傾きおれども、
 顛落するともし、因て其重心線を延長する時の矢張り、其基底線内に
 あり、猶ほ面白き例あり、則ち牛馬犬の如き四足を有する動物の倒れ
 難く、二足の者の倒れ易き、之と同一の理に據れり、人身の如き、其
 重點下腹の最低部、則ち股間にあり、若し重物を荷ふときは、上體を前

に屈し、又一手に重物を提ぐれば、更に空手を延展して他方に傾かざ
 れば、直ちに倒仆すべし、諸君の第

(圖二十二第)



(圖三十二第)

二十二圖第二十三圖に於て之を
 見らるべし、蓋し斯の如くせざれ
 ば、人體と重物との通有重點、足
 と足を連合して成る支點面の線
 外に出つるを以てなり、同じ道理
 にて諸君が平素見る所の綱渡の
 如きは、實に其重心線を保つは一
 髮千鈞の間にあり、輕業師は此技
 術を容易に實行せん爲め、棒或は
 傘を用ふ、其携帶物こそ技師が觀
 者の喝采を博す絶好の材料なれ、今技師綱を渡りて進みつゝ、自身の

體或一方に傾かんとするの場合とあるときは、彼れに直ちに他の側
 に其棒を出すべし、かくして重量の平均と取り容易に其點を終ふな
 り、技術者は不定平均の例あれども、只其棒にて其平均を繼續するも
 のあり、故に若し其棒なきときは、彼の繩上より顛落すべし、

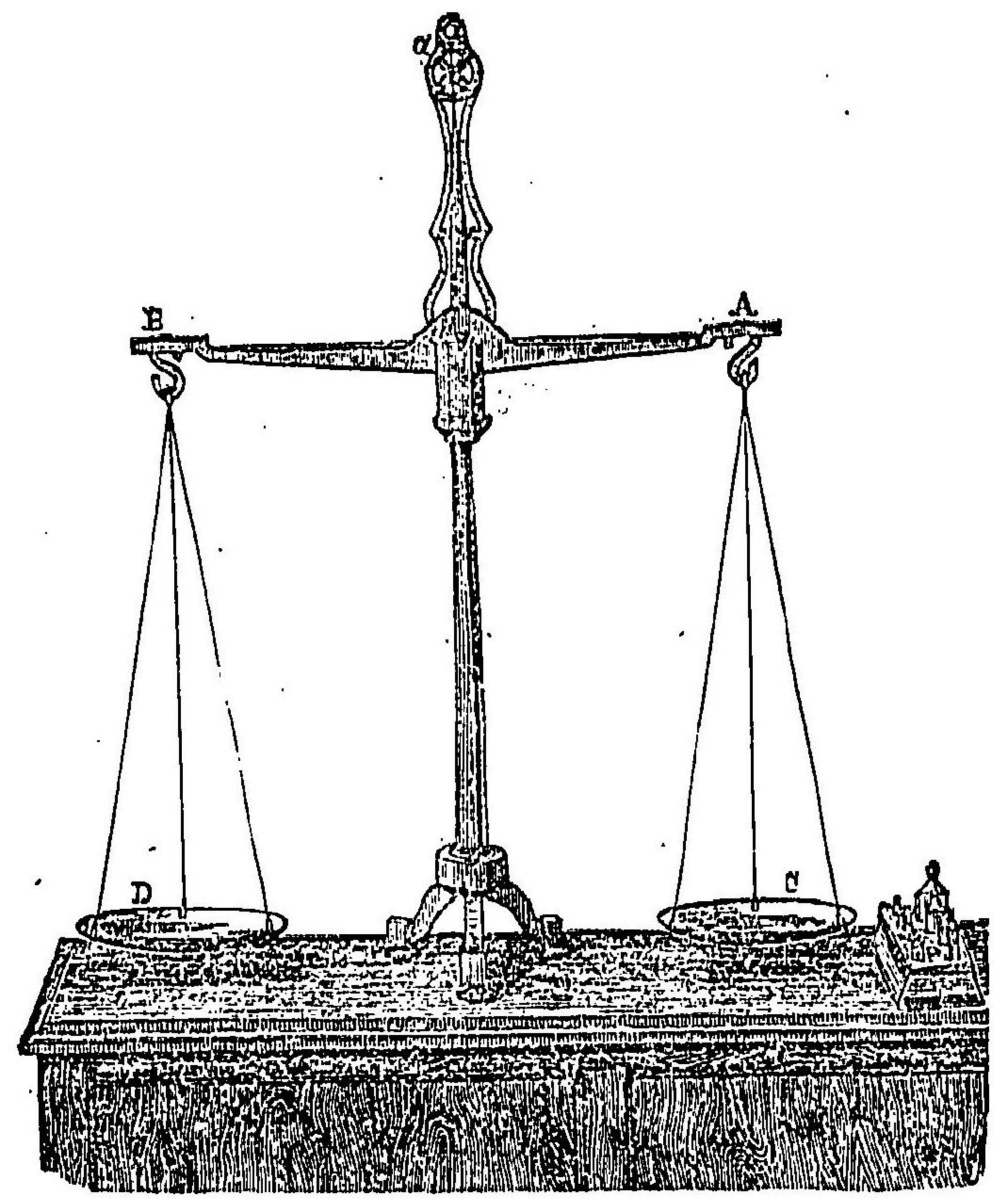
第八節 秤量

秤量とは物體の重量を測計する所の器械を稱して云ふ

秤量の非常に要用あるものにして、商業上、技術上、工場に其他、理學
 研究家が之を用ゐて以て、事業の精巧を求むるものなり、従ふて秤量の
 種類少からず、非常に夥多あり、雖も吾人は唯今日商家か一般に用ふ
 る秤量を説明せんと欲す、第二十四圖に於て示すか如く、ABは金風製の
 桿にして水平に安置す、其桿の中央點には鋼の刀刃形の物を附着す、是
 附着物は支點といふ、此支點はABなる水平桿を守り、又固さしかも屈撓
 すべからざる圓柱の頂上ある二箇の支之に靜定すると、凡て圖にて見

らるゝ如し、
 刀刃形軸及
 ひ其物體を
 支える所の
 者は、堅き鋼
 鐵なるのみ
 ならず、又能
 く平穩され
 たる者にて、
 之を平均支
 障するときは
 は、其點の摩
 擦大に減少

(圖四十二第)



せしめんか爲なり、秤の兩端に於ては支點より左右同距離に盡を繫吊す即ちDC是あり、Aは度を付けたる尺にして、表面より是を見れば秤の正しく水平あるときを知るべし、斯くて秤量せんとする所の物品を取て其一盡に載せ、他の一盡には砵瑪を置き、兩盡を平均せしめ以て物品の重量を權るものあり、本條の秤量は槓桿第一の場合に的用のを得べし、蓋し支點は中央にして、力點及び重點は兩側にあればなり、吾人は今秤器に就て尤も緊切ある條件を摘載して讀者諸君に告ぐ

第一 槓桿(A)は兩秤盤に同等の重さを置とき水平に位して固定平均(上文に見ゆ)を爲さるべからず

此景態を得んには槓桿の水平位にあるとき、其重點は支點の下にあつて共に鉛直線あるべし(鉛直線の解は前文にあり)

第二 凡そ善良の秤器と稱すべきものは、其感動極めて敏捷にして極めて小量の過重を一盤に置ても已に傾斜を起さるべからず、

而して秤器感動の鋭敏なるは槓桿の廻轉點に於ける摩阻の多少と其重點の位置の高低と槓桿の長短とに關す、秤器の重點は支點の下にあるを要し、且ついよく支點に近接すれば、其感動も亦鋭敏なり、然れども重點支點同一点にあるを問はず、何となれば、其感動鋭敏に過ぎ、却て秤器の用を爲さればあり、又槓桿は可成丈細長からんとを要す、蓋し秤盤を懸垂するの點支點を距ると大なるが故に、重物の量小なりと雖も平均量は巨大なるを得るを以てあり

第四 凡そ秤器は勉めて均正あるを要す、而して秤器の均正を要んには、秤杆の兩臂(BA)同長にして、秤盤も亦同量を有し、然して其平均量も亦同等ならざるべからず、詳言すれば、兩秤盤上に毫も重物を置かざるも已に相平均せざるべからず、又兩盤に的宜の重物を置き、先づ相平均せしめ、而して後其重物を左右に交換すと雖も、毫も

平均を妨ぐるときは是れ實に確實ある均正なり、一度已に平均したる重物を交換して其平均を失ふ場合は則ち、横杆臂の長さ不同なるも能く平均し得べき状に製造したる秤器是より假令へは左方の杆臂は百、ミリメートルにして右方は少しく短く、即ち九十九、九、ミリメートルなるべし、此の如き秤器に同等の重物を置けば、其平均を得ざるや必せり、即ち右方には十、左方は九、九九の重物を置くときは平均すべし、然れども今之を左右に交換すれば決して平均するときは、蓋し百に十を乗すれば千を得ると雖も、九九、九に九、九九を乗すれば、九百九十八、〇〇一を得るを以て、遂に兩方同等ならざるが故に其蓋上に珞瑪と重量の位置を交換して猶ほ其平均を得けされは、是實に正確ある平均にして、妨げらるゝときは不正均の確徴なり、

不正確なる秤量にて物を權る法 今不正なる秤量にて物體を權る

からんと欲せば、一つの蓋お於て物體を置き又他の蓋に於ても彈丸或は珞瑪或は砂の如き重き物體を置き、雙方平均せしむべし、然る後最初の物體をとりあげ、秤量をして再び平均せしむべき物體を取て是に置くべし、然るときは雙方の横杆平均するを以て、其物體の重量を知るを得べし、

第九節 物體墜落の規則

今静止に於てある所の種々の物體、排氣鍾内に於て墜落せしむるときは、詳言すれば排氣筒に於て墜落せしむるは、抵抗物即ち大氣なき故あり、左の法則に従ふて運動すべし

第一 凡ての物體は同一なる速力を以て墜落す

詳解 若し其物體墜落するとき、氣空の爲めに抵抗せらるゝときは、大なる物體は小なる物體に比して、其抵抗を受くるゝ大あるが故に、其墜落小なるものより靜かなり、是を以て石臙玉は常に果實より其

墜落の度靜かあり

第一一物體墜落の速力は常に其墜落の時間に伴ふものあり

註解 今一秒時間に於て三十二フヒート六分一の速力を以て墜落

するときは、二秒時間には六十四フヒート三分一あるべく、三秒時間

には九十六フヒート二分一なるべし以下此に倣ふ、

第三物體が經過したる距離は墜落に要したる時間の四倍あり

註解 一の物體今一秒時間に於て十六フヒート二分一に經過する

ときは、二秒時間には $4 \times 16 = 64$ フヒート三分一にして三

秒時には $9 \times 16 = 144$ 即ち百四十四フヒート四分の三なるべく四秒時

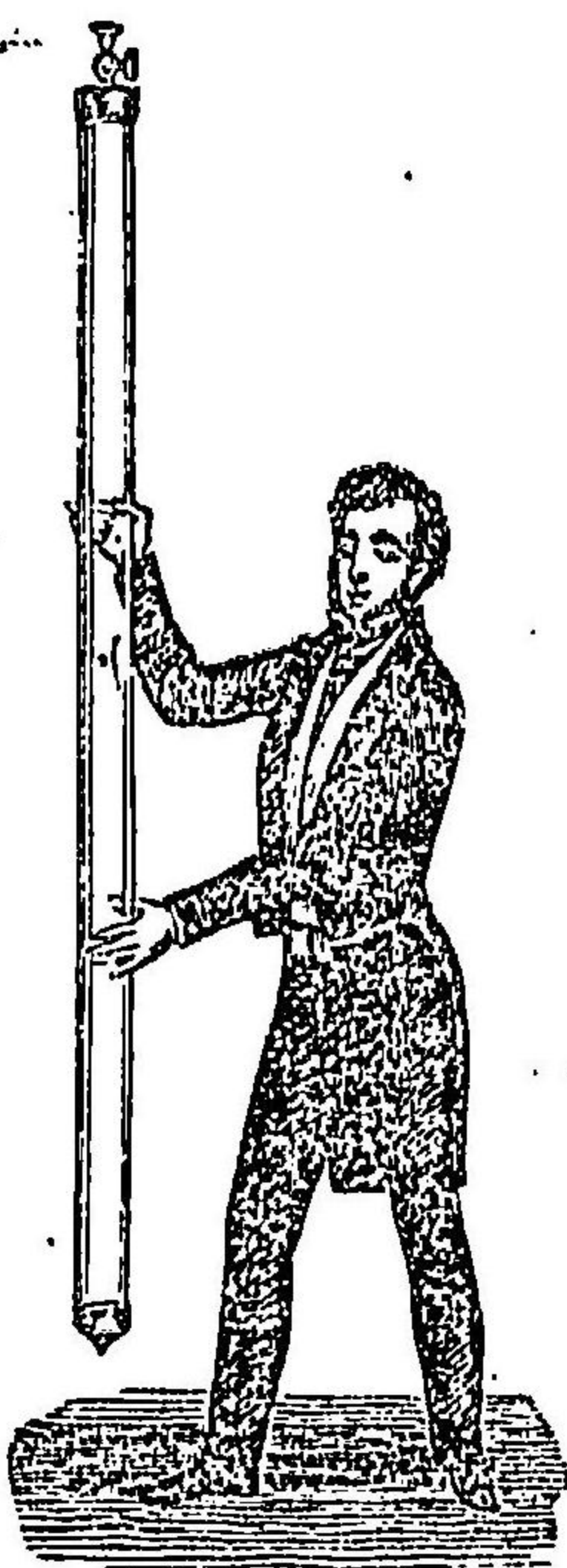
には $16 \times 16 = 256$ 即ち二百五十七フヒート三分一あるなり

前條三箇の規則に於て第一の法則は左の試験に因て證據だつることを

得べし

試験 六フヒートの長ある玻璃筒の一端を密封し他端は呑口にし

(圖五十二第)



て隨意に開閉するを得るものなり、今小なる錫製の球丸及び木葉を
取りて筒内に引入れべし、而して筒内には充分空氣を填充すべし、し
かる後此圓筒を忽然顛倒すれば、吾人の眼前には其球丸の木葉より
早く地下に逃するを見るべし、然れども今若し排氣鍾の方法に因り
て其筒内の空氣を汲みかわかし、而して筒を忽然顛倒するときは、球

丸及び木葉は同時に於
て其筒内を通過して下
るべし、此試験は第一の
法則を確實にするのみ
ならず、又空氣は物体に

抵抗を與るの例證を示すべし、即ち重き物体よりは輕き物体に向ふ
ての抵抗力大なり、而して此等の抵抗は其墜落する物体の表面に比
例す、

第二法則は物體に有する惰性及び重力の結果にして、今物體を抛うるときは、物體は終始惰性の力によりて其抛うられたる方向に運動し、又重力則ち引力なるものありて、地心に引かんとするが故に常に同一の速力にて墜落するあり、今第二秒時間に生じたる速力を得んと欲せば、第一秒時の速力に次の秒時に生じたる速力を加へざるべからず、又第三秒時の速力を得んと欲せば、第二秒時の速力に其次の速力を加ふれば可也。

第三の法則を説明せんには、斜めなる平面の法則を説明したる後之を理解せば、却て了解し易からんと信するが故に、次節に説明す。

第十節 斜面

斜面とは鉛直線を離れて傾斜したる面の總稱にして、水平面の斜に傾きたるものなり、第廿六圖に於て諸君の見らるゝか如し。今一の物體水平板上即ち机上に於て静止するとき、は重力の作用は地

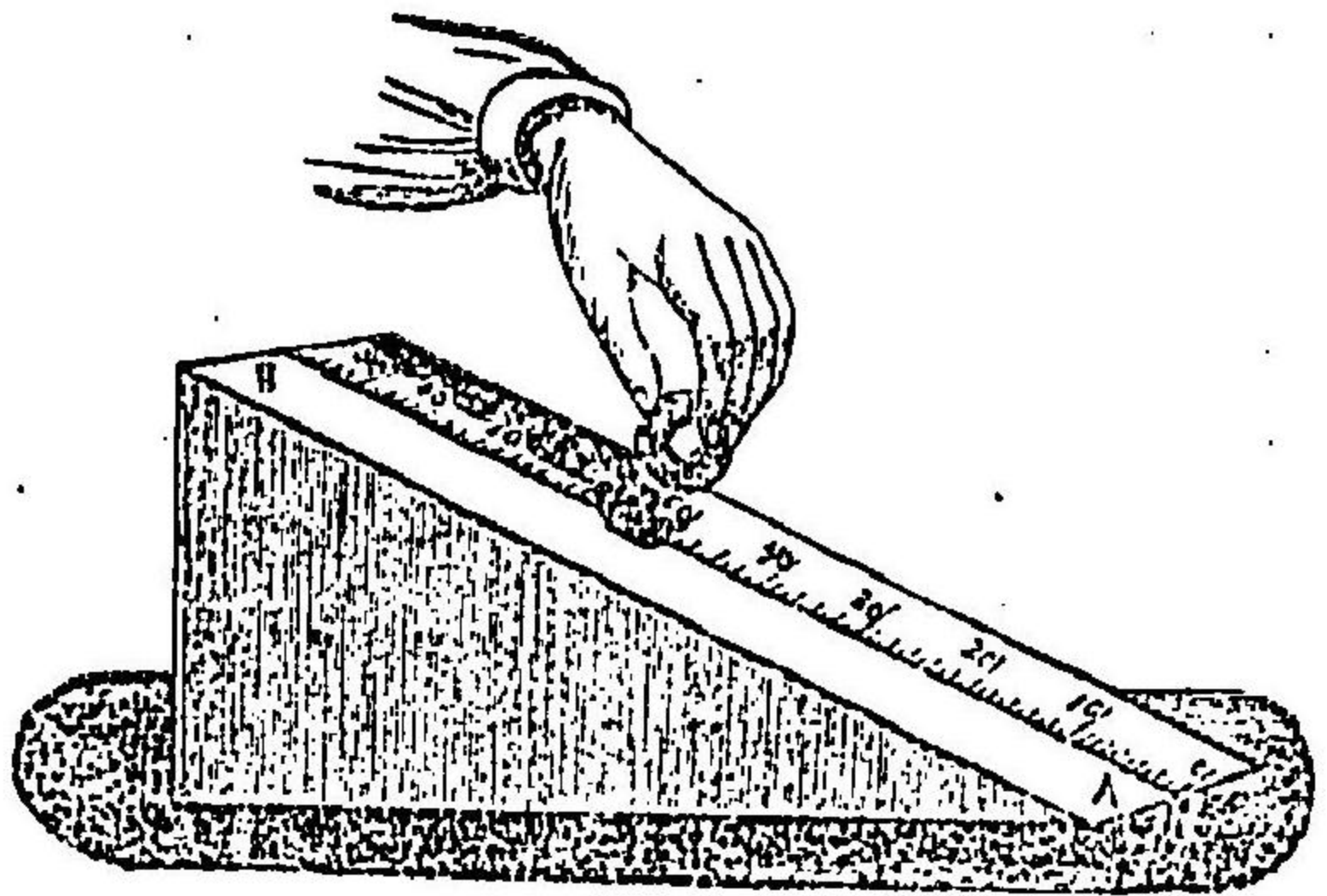
球の中心に近接せんとして之を引かんとすれども、平板なる机の抵抗は因て其重量の墜落を拒くべし、然れども若し斜面に於てあるときは、物體は決して静止せざるべし、此等の場合に於て重力は二個に分解せらるべし、一は此斜面上に直線となり、一は斜面に平行すべし、此理は若し力の分解の條を熟讀せば、自ら解するとならん、殊に洋言するとき、幾何學に迄蹂躪せざるべからざるを以て、諸君は惟記憶に存すべし、第一の力は此の斜面上に支えられ、引力に抵抗し、第二の力は斜面の下部へ引かんとすべし、此の第二の力は重量を減省するものにして、其の平面傾斜の度に從ふて、早く墜落す重量の力を減すべし、故に第四、第五、第六と下くるに從ふて、早く墜落すべし。

墜體の證據——第三規則の詳明

今吾人の墜體に關する第三の法則を證據たてん爲め、其傾度の微少か

ある斜面を作る、第廿六圖に示すか如く、百箇の一樣なる區分に配割す、吾人は今一秒時間に於てAある基底より廻轉し

(圖六十二第)



北斜面に尺度の如く十つゝにきりたるものにして、頂上に至るときは百あり、

故に吾人は前條の試験によりて事を裁斷するを得べし

一の物體の經過したる距離は、時の四倍に比例す

第十一節 斜面の應用

若し一物體斜面に於て置かるゝときは、其重量の組成力は、其斜面の傾度減するに従ふて又減すべし、故に又斜面の上部へ物體を引き上げるに多くの力を要せざるべし、

蓋し物品の重量の一分は斜面の緩急に比例するものにして、斜面急なれば則ち少く急なれば則ち多きものなり、故に物品を斜面上に挽き擧ぐるるとき、其斜面急すれば、之を挽き擧ぐると之を平面上に動かすより難しと雖も、之を同高の處へ鉛直に牽揚するよりは易しとす、かの雇夫が車を挽き坂路へ上らんとするや、故さららに其道を盤回迂回するも、又之れか爲にして、讀者諸君が春花、秋葉、高山に跋渉せんとするや、決して直線には登攀せずして、矢張り迂回せらるゝ、さらん、皆此等は斜面の原理に基因するものあり、

かの水か川及び溝渠を沿ふて流るゝの状勢は、又斜面の原理に適ふものなり、器械に於て螺旋は惟だ二箇の斜面を以て組成するを得べし、惟其周囲を圓形に削れば可あり、故に螺旋の原理は要するに斜面原理の更改に異さず、又楔は二箇の斜面を背合にしたるに外ならず、是等の原理も亦斜面原理より胎生し來りたるなり、

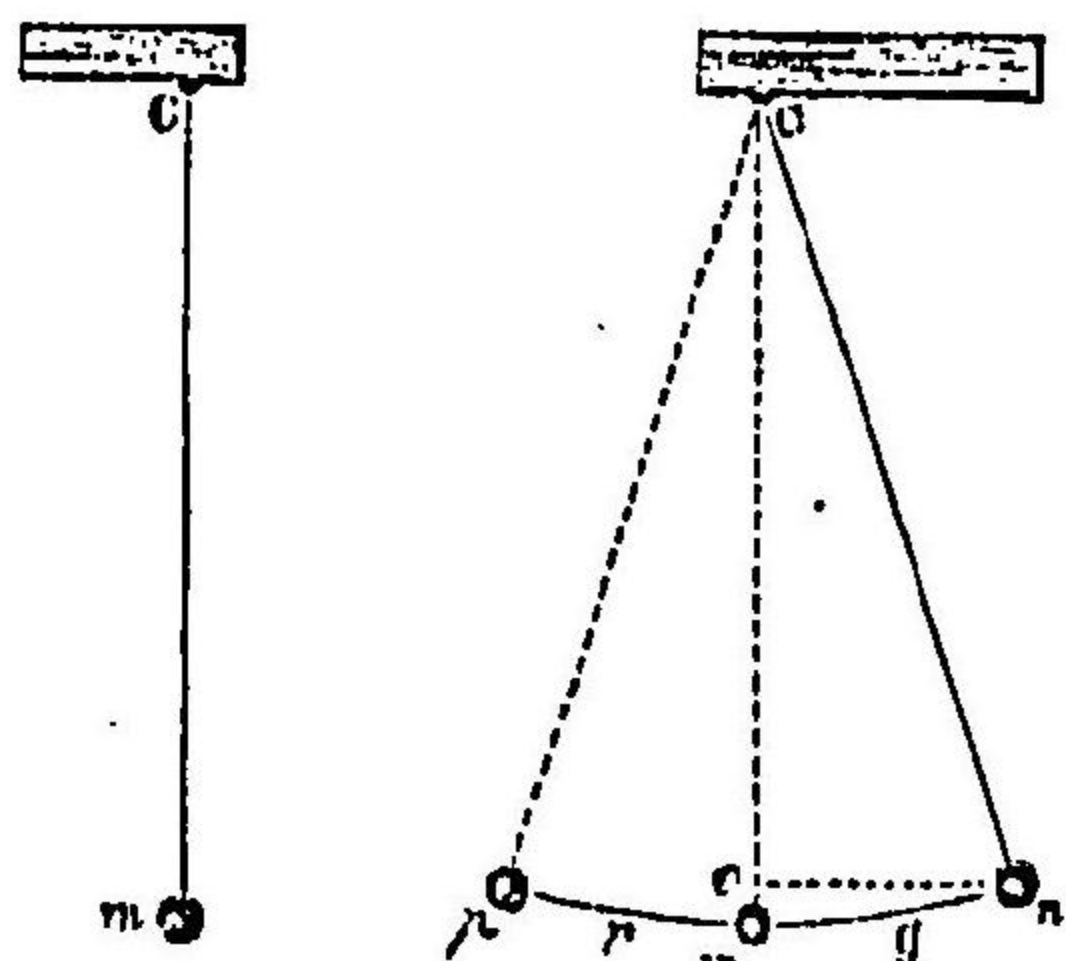
第十二節 振子

振子なるものは、或る重體として其中の一點即ち其重點よりモ上に位置する或る一點に沿ふて廻轉するを得べき位置を取らしめて、或る一處に懸垂したるものなり、第二十七圖に於て一線に因てOより懸垂せられたる球は、是即ち振子と稱す

今球(m)の中心正しくOなる支點の下にあるとき、(第二十七圖を見よ)是等は平均に於てありといふ、如何となれば、今重點は線の爲めに

拉張られ静止の狀に於てあれば、然れども、今若し第二十七圖に示すか如く球はn迄に引き廻はさるゝとは、最早平均してあらぬなり、如何となれば、重點はm迄引き復へさんとして、働可し、其m點に來るの速力たるや、恰もo mなる高さより物體の墜ちたるか如きものと同速力なり、さてしばし速ふるか如く物體は常に惰性を有するを以て、其惰性及びその速力により、球はmに於て止まらざるのみならず、猶ほpの方向に動く可し、今nよりmに振子の下らんとするや、重力は加速の力をあらはすべし、又mよりpへ上らんとするや、漸減の力をあらはすべし、故に其振子のpに達する迄は、漸々其運動を靜かにすべし、mpある距離はmと同一なり、(此場合は空氣の抵

(圖七十二第)



抗あきとさきと知れ)

振子は m より p に達したるときは、恰かも n に於てある時の如く其重量は働きて再び m 迄に引き返すべし、故にかの惰性及び速度に據りて復び n に歸る、斯くして無急に繼續すべし、然れども常に大氣の抵抗及び懸點の摩擦等によりて、其の振動を碍害するか故に、第一振の後と雖も決して前と同一の高點に振昇するに能はず、漸々に縮小となる所の弧線間を振動し遂に全く靜止するに至る、凡そ O m 線の長さは一定したるものにあらざれども、總て此距離を稱して振子の長さと言ふ、而して pn の距離にも亦甚しき大小差異あるべしと雖も、凡て之を名けて振動の距離といふ。

又振子の前後に動く p 若くは n を振動と稱し、 pCn なる角度は振動の廣さの角にして、 pn は或は一名弧線と稱す、

第十三節 單振子及び復振子

前節第二十七圖に示したるものは、即ち單振子と稱するものにして、一の重量を單一ある物體に因て支えらるゝに外ならず

此單性振子は學理に於て成り立ち得るものにして、振動の法則に歸着するものなるが、大抵世間普通には、甚だ小なる球及び纖維系を用ふ、

複性振子なるものは、水平なる軸支の周圍に振動すると自由なる重量ある物體を懸垂したるものを云ふ、

此複性振子も一般形式のあるものかれども、普通は第二十七圖に見らるゝか如く、木或は金屬製の幹棒にして、其上部は銅鐵より成る A なる薄く撓み易き平面なり、又最下部はボツズ(即ち糸をつけふりまはす球を稱して云ふ)と稱せらるゝ、第二十八圖 L なる金屬の兩凸面形の球にして、空氣の抵抗をして可成少なからしめたり

第十四節 振子定則

振子定則

千六百二年碩學ガリレイ氏一寺院に詣で神明の懸燈一の原因よりして振動已まざるに注視し其振動の因果を考究し遂に漸く發見したり
第一 長さの異なる振子は其振子の振動数は長さの平方根に比例す

第二 同質の振子は其振動時間は其振動弧線の大小に關係せず故に其振動の時間に因て振子の大小を知るべし

第三 同一の長を有する振子は其振動の時間は其物質に關係せざるものなり、

木、鐵、銅、玻璃等より成れる振子は同一の長さを有するときは同時に振動すべし

第四 異なる場所に於て同種質の振子は其振動時間たるや其場所に起る重力の平方根に倒比す、

此等の四箇の規則は學理上單一なる振子上數學的の道理より起り

たるものにして白金其他黄金の如き球に極めて細き絹糸を懸垂して之を試験するを得べし、

上陳の如き振子を以て第一の法則を證據たてんとするに、先づ振子をして振動し始めしむべし、而る後一分間中子起る振動数を算ふべし、假令へば毎一分七十二振動する者とせよ、さて其後以前の糸より殆ど四倍の長とするときは、毎一分間の振動三十六回とあるべし、又若し其糸を第一例に倣ひ九倍の長とするときは、毎分二十四回の振動とあるを見る、以下皆之に倣ふて減す、則ち第二例に於ては二倍の時間を要さざれば七十二回の振動を起すと能はず、第三分には三倍の時間を要すべし、而して二及び三は四及び九等の平方根なり、是に於て吾人は第一の法則を證據たてたり

さて又第二の法則を證據たてん爲め、同種類の振子をして振動せしめ、最初先づ m なる弧線を振動せしめ、しかる後又 n なる弧線を振

動せしむべし、此時諸君の目にとまるものは、毎分振動数は兩個の場合には同一にして少しも差異あるとなし、
 振子の性質即ち振動時間の其弧線に因て異らざるは、
 Isochronism と稱せらる、蓋し同時と云ふ意味を含蓄する二箇の希臘語より轉化したるあり、

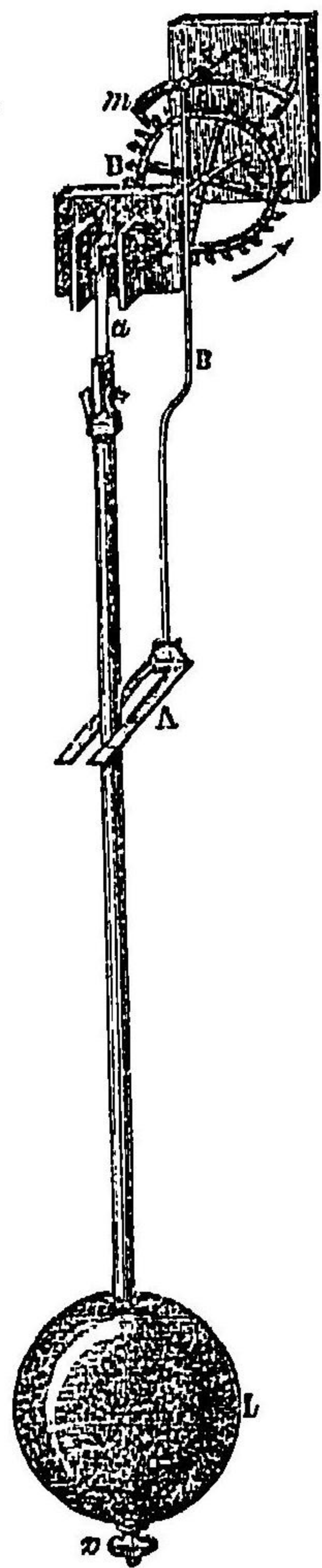
第十五節 振子の應用

振子は其弧線の大小に關せず同一ある時間内振動すてふ原理より、柱時計の運動を整理する爲に用ゐらる、其用ゐられし嚙矢は千六百五十七年メツサユの理學者ハイゲンズ氏あり、時計の用は或る一定時期より他の一定時期に至るの間を測るものなるを以て充分均正ある運動を得て之か標準と爲すを得れば足れり、而して此運動を發起するの原因として常に使用するものは、重及び撥楯の二種あり、
 然れども其運動を起すものも、全く均正の運動を起すに非らずして多

少の緩急あるを免れず、蓋し振子は地球引力の強弱に應じ、均正に運動するものあるが故に、時計の廻旋を整理するには、實に的當なるものなり、(第三、第四法則の證明は以下の陳述に參照すべし)

第二十八圖は時計の整理を爲す例として、の振子を示すものなり

(圖八十二第)



り吾人は是より其器械の裝置を陳んとす、花輪と稱せられたるBなる齒車は、運動力を與へらるゝときは廻轉するあり、而して此齒輪は振子に附着し、振子と共に振動する所のmnある箇にて抑留せらる、箇はm及nある二箇の凸出したる點ありて、彼の齒車に交錯すると圖

に於て見らるゝか如く、振子一度振動するとき、其各振動に伴ふて其車の齒間を一箇所通過するなり、さて其運動は從來の位置にありし齒の一箇 m なる器械と反對の方向に來る迄、矢の方向に齒車を運轉すべし、而して m なる者は振子の振搖が二箇の齒間より自身を擧ぐる迄、車の廻轉力を止む、今 m を兩齒間より擧げたるときは、次の齒は來り而して車力は n なる器械に抑留せらる迄働く可し、然る後 n は兩齒の間に落つ、是れ振子の第一振搖の場合なり、第二回の振搖に於ては、 m を齒間より上げ、他の齒轉し來るべし、かくして車力は又 m なる器械にて一先つ止められ、巡次廻轉して無極に繼續すべし、振子の打撃は常に同一あるか故に、兩齒間より繼續したる遁逃の時間は確定し、從て車力の運動不變不易となるべし、

振子が絶えず與へる所の力は齒車及び錐を通して働くを以て、幾多の摩軋等によりて漸減せらる、

季候の變化より此器は膨脹若しくは短縮するものあるを以て、振子の長は又更改すべきものあり、故に、第一の法則に従ひ、又振動の時間も從て異なるものなり、而して此變化を補賡するには、金屬の集合より成れるよき振子を以てするを得べし、常の時計に於ては、 P に於て示すか如き、針留及螺旋を以て上下に動かさるべき振子ありて、此針留及螺旋に依て其長を伸短して、其振子の振搖を整ふあり、

夏季に於て振子は熱の爲め引き膨れ遂に其走ると余り靜かにして時刻を誤るが故に、針留を捻しあげて振子を短縮して整理す、又冬季に於て寒冷の爲め、振子は凝縮して確固となるを以て却て時刻を早くす可し、故に針留をゆるめ振子を長して、時間の整正を圖るなり、

前來より述たる第四の法則の原理に従ひ、振子を用ひ、地球表面上各異りたる場所に於て重力の強さを決定判明するを得たり、此方法に於て一秒時間に空中より墜落する物體の速力は、米國紐育府の緯

度に於ては三十二フヒート六分一にして再び同所に於て振子の振動の長さは三十九インチナより僅に上りし位なりし

凡そ引力の同一ある地方にあつては、一定時間に振動する振子の長さは一定なるものとす、假令へは獨國の緯度に於ては、一秒時間に一振する振子の長さは大約二メートルあり、詳言すれば緯度四十五度の處に於て振動するときには九百九十四メートルあり、而して其長さは一定の邦土に於ては常に變化を生ずるとなきを以て其邦國の尺度として使用するを得べきものとす、然るに他の地方即ち緯度の異なる地方に於ては、決して同一のものにあらず、赤道下は引力最も弱く、兩極下は甚だつよし、而して振子の振動数は引力の強弱に關するものなるか故に、赤道下兩極下及び其中間にある所の或る地方に於ては一定時間に同一の数を振搖せしめんには、第三の定則に従ひ、振子に長短の差なきを要す、即ち赤道兩極の中間に位する地方に於て一定の長さを有する振

子は赤道に近づくに従ふて、漸々其長さを短縮し、之に反して兩極に近くに従ふて其長さを増加せざれば、同数の振搖を爲すと能はず、聞く説く佛國の星學家リシユー氏は千六百七十二年巴里府より適正なる振子を携帶し、赤道より北五度に位する「オエン」と云ふ所に渡航せしとき、其時辰儀日々二分半つゝ後退せしを以て、氏は一計を案出し、振子の長二、八ミリメートルを減し始めて、時辰儀をして適正に回轉するを得せしめたりと云ふ

第八章 分子力

尤も吾人の見易き例に於て物體に與へられたる外力の他に猶ほ一種の力あり、間斷なく物體分子間に行はるゝものにして、吾人の目に觸るゝともし、是等の力を稱して分子力といふ、則ち引力及び拒反是あり、物體の分子は此分子力によりて平均に自己の體を保つ、而して最も要

用ふる理學上の性質の多くは皆分子力に歸せらるゝあり、種々の物體の各最末の分子は決して之に接觸するものにあらざ、則ち物體拒反の力によりて區分さるゝを以てあり、然れども又引力なるものあるを以て、又遠く各別々に離すとを許さざる可し、而して拒反及び引力の平均したる時あり、

今一の物體壓押さるゝときは、拒反の力は動作し捲綱彈條の如く、元の形状に復さんとすべし、又同一なる方法を以て、物體が今引き伸ばさるゝときは、引力は動作し、又其元狀に回復せんとを務むべし、以上は即ち分子間に行はるゝ分子力あるものあり、

第一節 凝集力

凡ての物體は其體中に存する分子をして、之に相固着せしめ固有の一定形を保持せんとする一種の引力を具ふるものにして、之を稱して凝

聚力と云ふ、

此力の發起する所は實に至微至細ある小距離にあり、即ち分子間にあり

實例 凝聚力は各種化學上の差異あるに隨て同一からず、例之鐵の凝聚力は鉛の凝聚力より強大なるものあり、又化學上の差異はさきものとするも、其物體により凝聚力に強弱の差異あるものなり、木炭、金剛石の如き是あり、融液體は此性を具ふれども其力甚だ弱小あり、是自己の重さ却て凝聚力に勝り分子をして動搖せしむるによる、浮氣體は此力絶えて無く反撥力のみ極めて盛んあり、故に其分子間をして大に擴張せしむるものなり、

第二節 粘着力

粘着力とは分子の相附着するや、必ずしも同質の物體のみならず異質

の物體と雖も相觸接するときは、之に牽引貼合するの力を稱して云ふ。即ち顔料或は漆の能く木片紙面等に貼する類の如し。試験今能く平磨したる物體兩々相合着せらるゝ時は、實に著むるしき力にて粘着すべし、又玻璃の二板を合して其間へ少許の油を注入するときは、今この玻璃板を離分せんとするも實に困難なるべし、又錫の二箇の半球の表面を各研磨したる後、一所に壓するときは、實に強よく粘着すべし、水面上に浮ぶ平板を取り上げんとするとき、容易に水面より離れざるも、又是れ粘着力あり、砂糖若し水中に投せられて溶解するときは、砂糖及び水との分子間の粘着力の大なる能く砂糖分子の凝聚方に勝ちたるあり、又融液體と固形體の粘着力甚た強きときは、必ず固體を潤はすものなり、今硝子板に水を洒て能く潤ふか如し、若し其粘着力弱きときは、固形體を潤すこと能はず、液體却て球形をなして其上に聚る硝子板に水銀を注ぎ、荷葉に水を瀉く

か如し

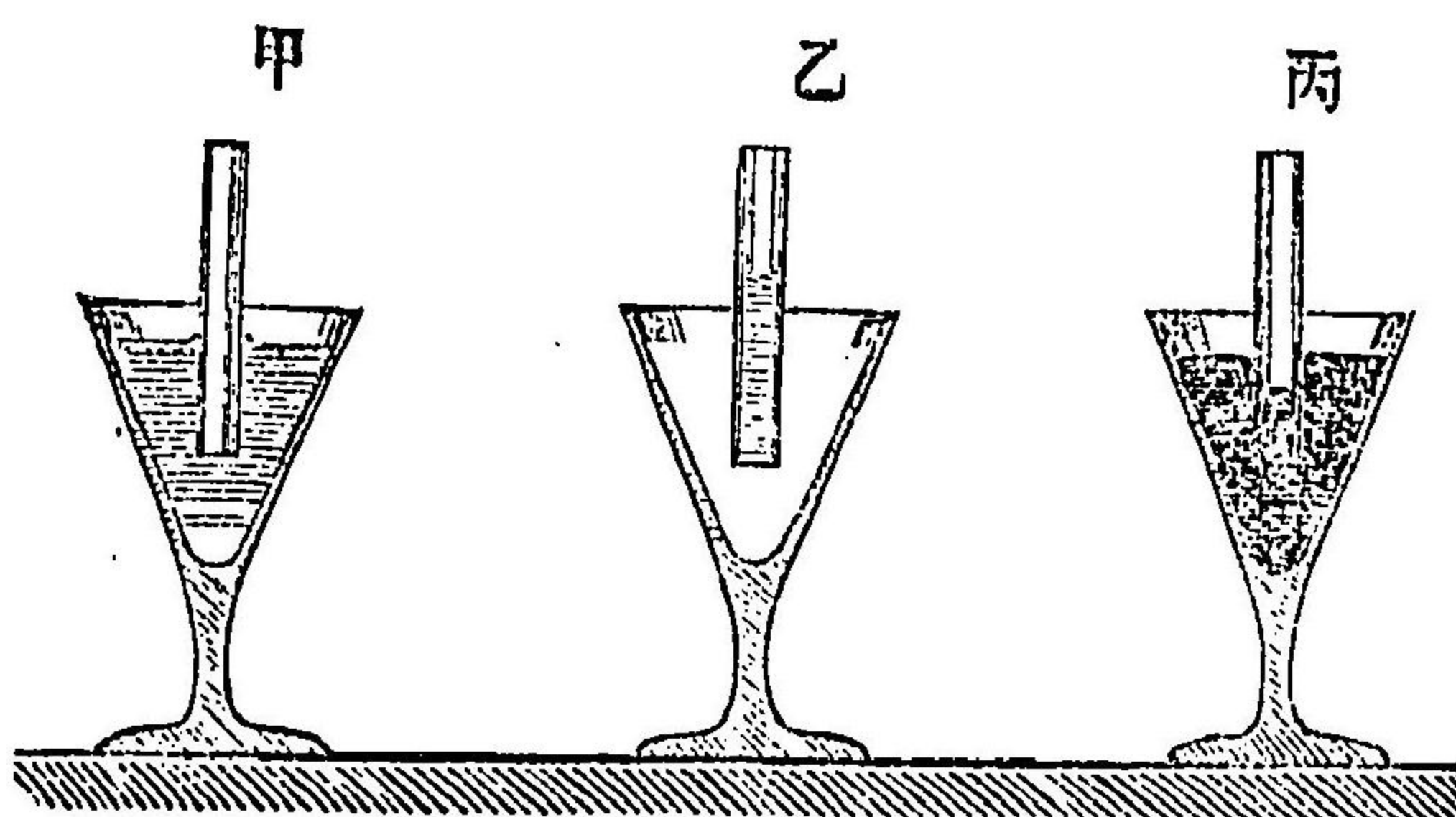
第三節 毛細管引力

毛細管引力といふ固體及び液體の分子間に行はるべき分子の力を稱し云ふ、此等は毫髪管と呼はるゝ也、蓋し本節の引力は纖毛の如き直徑の管に於て觀察するを得るなり、左の者は毛管の現像の一種類あり、

第一 今一の物體即ち玻璃棒の如き水中に入るゝに、的當なるものを液體中に投入すべし、しかるときは、諸君は左の如き現像を見るべし、則ち液體の物體の周圍に高まり第廿九圖甲に示すが如く凸凹形を取るべし

第二 今又細狭ある管を棒の代りに用ふるときは、液體は則第廿九圖乙に示すか如く、管内に上昇すべし、今此管の直徑を猶ほ小にするときは、液體は益々上昇し益々凸凹形となるべし、

(圖 九 十 二 第)



第三 今又水銀の如き其物體を濕はすに不的當液體中に玻璃を投入する時は、液體の其玻璃管の内外部共に下降すべし、則ち第廿九圖丙に示すか如し、以上の毛細管の現像は液體の凝聚力の結果及び固體と液體の凝聚力に歸因せらるゝあり、今乙二の管を引きあくるとき、液體は管中より下り、又第三の管を引き上ぐるときは、液體は筒と共に上昇すべし、

第四節 毛細管の應用

讀者が書窓の下、かの燈火に對して書を讀むとき、始めて燈火の思惑を感すべし、而して右洋燈の纖心の如きも

又毛細管引力の現像として見るを得べし、蓋し油は毛細管の作用によりて其心に上昇し、之に點火して焰光を發するものあり、又砂糖の一塊水中に其一端を入れ置く時は、水は砂糖の毛細間隙を通り過して上昇し、遂に全面に充滿すべし、こは砂糖中にある空氣を排出したる者にて、かの乾燥したる砂糖に水を注入したる場合に於ては、其分子間に空氣は水の吸し、蓋し砂糖に水を注入したる場合に於ては、其分子間に空氣は水の吸込を拒き、而して其砂糖の固まりをゆるくすべし、と雖も、水にかけて砂糖の一塊を置く場合には、毛細管引力の理由によりて早く水は上昇して、其分子間にある空氣は、遁逃して益々水の吸引を助くべければなり、又錫製の棒ありて之を曲注管の狀形にし、其短かき枝の方を水銀を毛りたる桶に入るゝ時は、水銀の毛細管引力によりて、錫の管内に上昇して、今度の長き枝管を沿て下り、遂に最下の端より水銀の流れ下る可し、此方法に於て、桶中の水銀の皆此曲管に吸引せられ、さうとの間に空虚と

なるきり多くの流動物は玻璃細工の曲管其他此等に類似せる毛細の實體にて装置されたる樋中の一端より引くことを得べし、

第五節 吸引力

吸引力とは多孔の物體が他の物體即ち固體液體若しくは瓦斯体の如きものを吸引するを稱して曰ふ。

木炭の形狀を爲せる炭素は瓦斯を吸引する大なる力を有す、今水銀上に集められたる炭酸を以て充たされたる玻璃球に導引せらるるときは、瓦斯の容塊は炭の爲めに吸引せらるゝを見るべし、今此方法に於て吸引したる木炭は瓦斯の三十七倍とあるべし、木炭は尙ほ此等分量より大なるものを吸収すべし。

多孔の白金は白金を赤球に熱するが如く實に速やかに水素を吸収すべし。動植物中吾人は吸引力の例を多々見るとを得へし、植物の根は、幹及び枝の營養成長を欲し地中より必用なる物質を吸収す、

動物世界に於ては、生長及び補養の進歩を爲すべき部分には絶えず諸物を吸収するものにして、殊に固き實體を吸収するとあり、水中の測量を爲さんとする人は、自己の體皮及び肺臟を通して種々の惡物質を吸収して屢々惡病に罹るとあり。

第六節 交流作用

交流作用とは隔膜を通して液體互に相吸引し相交流する者を云ふ、交流作用は物體分子間の毛細吸引力に基因す、即ち毛細吸引力の性質によりて、毛細管に水の滲入すると同一の原理あることを知らざるべからず、即ち木或は土が水其他液體を吸収する等を見て知るべし、今濕氣と帯びたる實體を乾燥したる多孔の桶に安置するとき、猶ほ其物體は乾燥す可し、是れ木が其濕潤を吸収するによる、故に水に向て引力を有せざる器中に濕潤したる物體を置かば猶ほ其濕潤の舊狀を保持すべし、今植物及び動物の實體水を吸収するとき、其容積に於て増加する

あり、此等事實は日々吾人の眼前に起る現象に由て知るを得べし。今紙の大片濕はさるゝときは、其大さ増加すと雖も、其乾燥せらるゝに至て再び短縮すべし、此の性質を應用して世の書工は板上に紙を引伸ばすあり、紙の濕潤せられ其紙を擴けたる後、其各端の書板に膠にて附着す、其紙面は滑澤ならしめて書をかくに便利ならしめ、さて乾燥するも紙は引伸されて短縮するとあし、又同原理を應用して壁面に貼りたる紙を濕潤して剥き取るを得べし。又工夫が木片を屈撓せんとするときは、一側と乾燥し、一側を濕潤す、然るときは其乾燥の部分は收縮し、他の部分は擴がり、其木片恰かも屈撓したる様にあらべし。

次に述ふるか如きも者、濕潤より起りたる吸收なり、即ち家屋若くは日用の什器品に至る迄、木細工の者は大氣の變化の爲めに時々收縮し若くは膨脹する者なるが、今其物體は種々の彩色せられ若くは光

澤をつけらるゝとあり、蓋し此種の裝飾は不用あるが如しと雖も、實に要あるものにして、其物體の氣孔は裝飾の爲めに填充せられ物體の吸收力を拒くを以てなり

今二種の異りたる液體が膜の分界にて區別せらるゝときは、此二液の流通は膜を通過して他の液に自己の液體を持ち來たし、一定の時刻の後には、其膜にて隔てられたる兩方の液は混合するを見るべし、尤も此等の流通は常に一樣にあらず、其流通の割合は一方の液は其力余り過ぎて多くの他の液を呼び一は其力を失ふて液を少くするか如し、一方に於て液の容積を増加すべき力を稱してインドスマー、トと呼び、他の反對の者を稱してエキソスマーと云ふ。かくして強き舍利別を以て充たされたる膀胱を玻璃管の一端に結ひつけたるものを水を充したる桶にかける時は、舍利別は速かに水の爲め混合せられ、管内に於て舍利別水の混合物を生すべし、之と同時に舍利別

の一部分は流れ出て真正に水と混合す水中に流るゝもの之を稱して *endosome* とし、舍利別より外に流出するを *exosome* とし、以上の如き現象は猶ほ他の液體に於て之を試みるを得べし、前陳 *endosome* 及び *exosome* は動植物上多くの有益なる事實を示すものあり。

第七節 柔 韌

今外物の來て推折破碎せんとする時に抵抗するものは物體の柔韌といふ、

其粗さ相同しくして其力能く重物を吊維し以て截斷しがたき者を柔韌の剛きものとす、金屬には柔韌性を具ふるもの多けれど、各其度を同じふせず、例へば鐵の如きは直徑一分の線にて能く六百八十七斤半の重を維すに足る、鉛の如きは之と同じ粗にて其力僅かに三十五斤の重に堪へず、又金屬及び木類等其種品の異なるに従ふて、其

分 子 力

性同一からず、勿論力にも強弱あるものあり、世の建築製造及び他の技術を學ぶものは、之を驗査して事業の應用を計らざるべからず、今直徑一インチの千分の六百五十五にて重量を支へる比例は左の如し

鐵	五百四十九磅
銅	三百〇二磅
白金	二百七十四磅
銀	百八十七磅
金	百五十磅
錫	二十七磅

吾人は又學理上及び試驗により、實に左の如く云ふを得、即ち同一なる長と同容積を有するものにして、一は實質緻密に二は空洞を有するときは、第二の者は第一者に比して強しと、蓋し此原理は重量を支

ふべき圓筒物體の規則として見るを得るなり、故に建築物を支ふる爲めに圓柱及び柱は皆虛穴を穿つ、此原理は他に猶ほ種々の實例を示す、鳥の骨及び羽又草或は其他植物の幹根は、穴を有するを以て輕きと及び強きと以て勝るものあり、

第八節 堅 硬

堅硬とは自己の分子間を截斷し若くは自己を摩損せんとする所の外力に抵抗するもの是なり、かの寶石は凡て他の物體を壞破するを得べし、故に寶石は此等の物體中に最も堅きものなり。

蓋し物の堅硬あるは其分子の凝聚力に關するものにして、決して分子の多量に因て緻密と稱するものと大に異り、即ち鉛は密きれども堅硬あらざるが如く、牛酪及び蠟燭の如きは殆ど堅硬の力なく、液體及び浮氣體は勿論此性なきなり、萬物體中第一は寶石にして之に次くものは第二紅色寶石、第三水晶、第四トパーズ、第五紫石英にして、第一

の者には截斷せらるゝと雖も、亦他の者を破截するを得べし、又金屬に於てはロシニウム、イリジニウム等尤其性に富みたるものあり、泰西諸國にて黄金の筆を製せんとするや、時お上述の金屬を用ゐて其穎尖を造つるとあり、猶ほ一言すべきとあり、則ち二種の金屬を混合するときは其單純の者より、堅硬の質を成すものあり、故に金銀貨を造らんとするときは、金銀に混するに銅を用ゐ、又錫に合するに鉛を用ゐるか如し、

第九節 受 展

受展とは打鎚の力を受けて延張せられ、或は薄片とあるを云ふ。

凡て本條の場合には他力を受けて始めて現はるものあるは論を俟たず、蠟及び粘土の如きものは非常に粘はり強きものにして、一度指力の壓押を與ふるときは、容易に指頭にて製するを得べし、此等の物體は皆攪形を造るべきものあり、玻璃及び樹脂の如きものは熱の力を

借りて之を展引するを得べし、而して温度に従ふて増減あり、例令へは、鐵を熱するときは、甚た容易あり、又黄金は尋常の温度を藉りて之を延長し、易し、其之を延長せんとするや、先づ器械にて之を展展し、然る後に細截して再び之を錘延するときは、非常に薄葉となる、而して此展延せる金箔は非常に薄葉あるを以て、若し一寸の厚さを爲さんと欲つせば、三十五萬二千五百葉を重ねせざるべからずといふ。

諸君が佛閣神堂に於て見る所の畫額像形或は玻璃の如きは、皆此金箔あり、又銀銅の如きも黄金と同法にて之を延張することを得べし、今其受展性を多く具ふる金屬を類別して、之か階級を設くれば、第一白金、銀、鐵、銅、金、亞鉛、錫、及以鉛是あり。

第十節 應 抽

應抽とは、物體を細く長く延して線とすことを得べきものと云ふ。

讀者は此際應抽と受展の區別を爲すと必要あり、凡て受展性を有す

る金屬は概ね抽延するを得べし、雖も其抽延せらるるの度に至ては、同じからず、例令へは、黄金の如きは他の金屬に比すれば、應抽及以受展を兼有して共に多けれども、錫の如きに至つては、錘延して薄葉を爲すを得べし、雖も抽延して細線とす、實に困難なりとす、蓋し黄金は抽延するときは、長さ二十五里餘の金線を得、又白金は直径一寸の三萬七千五百分一許りの細線と爲すべく、玻璃の如きは、一見するときは、甚た脆くして粘質に不足するか如くあれども、熱して柔かにするときは、恰も繭糸の如く抽延して細き彈力ある線となすを得べし、今此性を有する多少によりて、金屬の階級を設くるべき、第一金、第二銀、第三白金、第四鐵、第五錫、第六亞鉛、第七鉛にして、諸金屬にして混合物なるべき、應抽性少くあるべきあり。

第九章 液體の力

第一節 稱水學及水力の定義

液體の作用は二箇の類別を爲すを得べし。一は稱水學と稱し液體平均の法則を研究するものなり、一は水力と稱し液體運動の法則に就き論述するもの是なり。

第二節 液體の性質

次に陳ふる所の性質は凡この液體の通有性として見るを得べし液體の分子は極めて輕微なる外力の爲に、非常に動搖し易きものあり蓋し液體の分子間は甚僅少なる凝集力を有するものなるが故、各分子間は動搖すると甚た早し、是れ彼液體の流動なる所以あり液體は惟輕小に壓搾せらるるを得べし

液體は僅少の壓搾を施すを得べしと雖も、長く壓搾すると能はず千八百二十三年イルヌレット氏の一インチ四方の液體の表面は十五

磅の壓搾を試みしに、固どの容量の百萬分の四十九丈け減したり、右の如き液體の壓搾せらるゝ分は非常に僅少なるものかれとモ水銀は普通液體の十倍壓搾せらるゝを得べし

液體の他の物體の如く多孔質、弾力質、礙竅性を有す

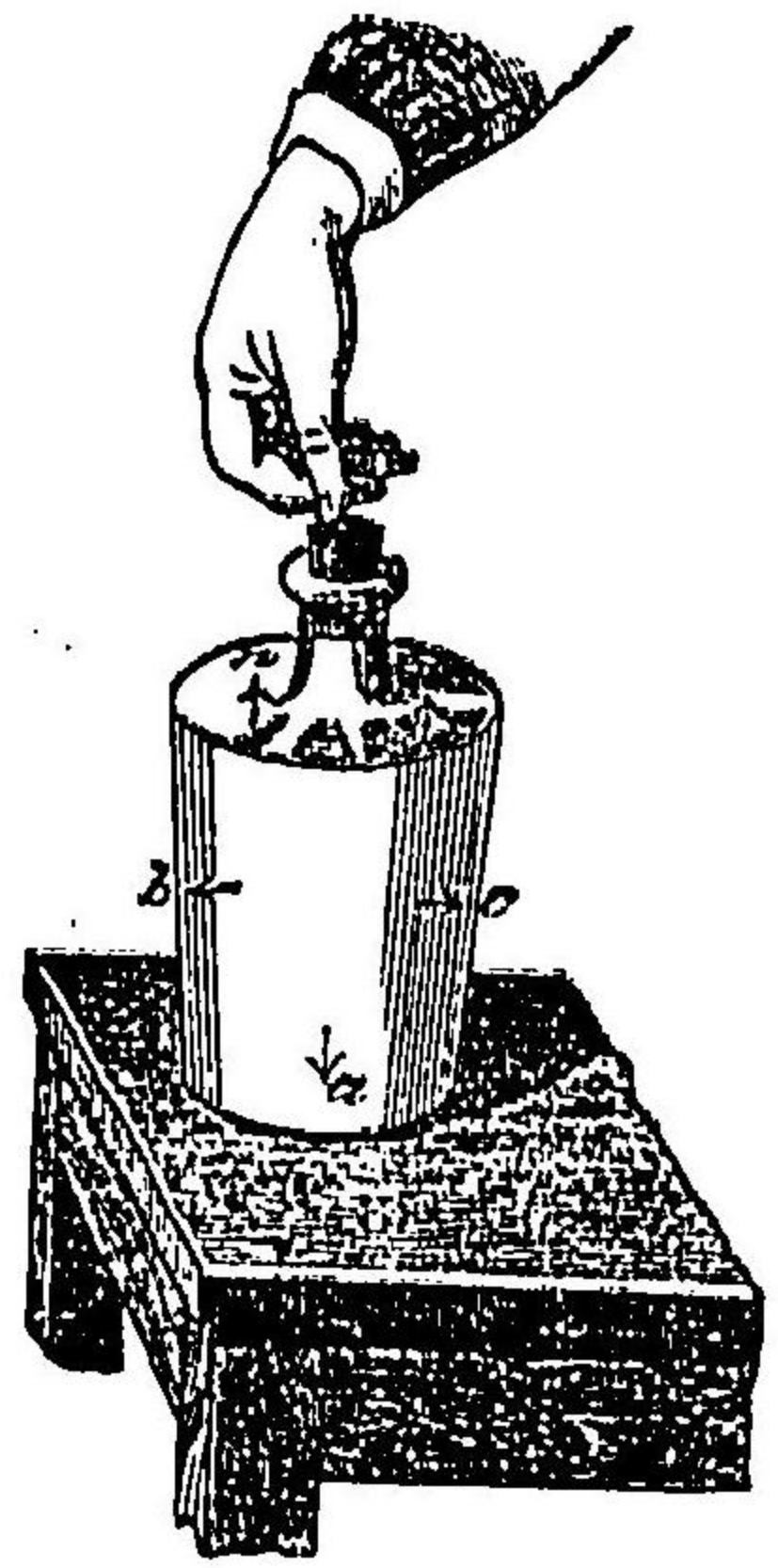
嘗て多孔體に於て論したる如きものは多孔を示すものあり、又壓搾の力を取り去るときは、舊形に復するは弾力性あるものとして見るべく、又た音響を傳達するに因て知るを得べし、又た礙竅性あること、液體を充たしたる器中に固體を投入する事に因て示さる、今ま若し液體物を吸込するの力かかりせば、其の固體に沿ふて流れ落つ可し

以上の三性質あるを以て、壓搾を傳達して凡ての方向に向はしむるを得べし

第三節 壓搾の傳達

今第三十圖に示すか如く、一の玻璃壺を取り之に水を充たし塞子を口
 お挿入すべし、さて塞子を内部に摺摺する時は其摺摺せられたる分子
 は已に密接の分子に傳達す
 へし斯して此摺摺の傳達を
 受けたる分子の又近隣の分
 子に傳達を及ぼし遂に壺中
 にある水内の各部に至るま
 で残らず摺摺の傳達を爲す

(圖十三第)



あり斯の試験に依て各水分子間に傳達されたる摺摺の塞子に與へた
 る摺摺に同じきことを示すを得べし詳言すれば器中の内部一インナ
 四方の表面上に與へたる壓力の摺子の一インナ四方の上と與へたる
 壓力と同一なり摺摺の常に矢頭にて示すか如く水面に直線の方角か
 り、

此原理のパスカルの理論と稱せらる蓋し十七世紀に於て數學者ブラ
 ンスパスカル氏の研究發明に係かる、ものにして稱水學の幾多の理
 論の皆このパスカル氏理論より發したるものあり。

第四節 液體の重量より起る摺摺

今長圓筒の器に重き液體(水銀の如きもの)を以て充滿せられたる時の
 其液體の器物の側面を壓すへし、今液體は同一の厚さを有する水平の
 層數に分たる、ものと見做すときは頂より第二層は第一層の重量と
 同一ある壓力を受け、第三層は第一層及び第二層の重量に等しき壓力
 を受くへし、かくして底に至るときは第五層第六層等の重量を合した
 る丈の壓力を受く故に

- 一、水層上の壓力は、其上層より、自己の表面に至る深さに、比例す、又、其、
- 水層上にある、流動體の重量に、同じ、

パスカル氏の原理を應用するときは液體は凡て各分子間に傳達する

ものあるを以て此壓力は側にも傳達すると勿論にして同一なる強力を以て器物の側に働くべし故に
水面の各部分は流動物の重量に等しき力を以て壓せらる而して其強さは其表面より上部の水面迄の距離に同じ
此等の原理は器中の何的の物にて行はるゝものなり

第五節 側壓力——反動車

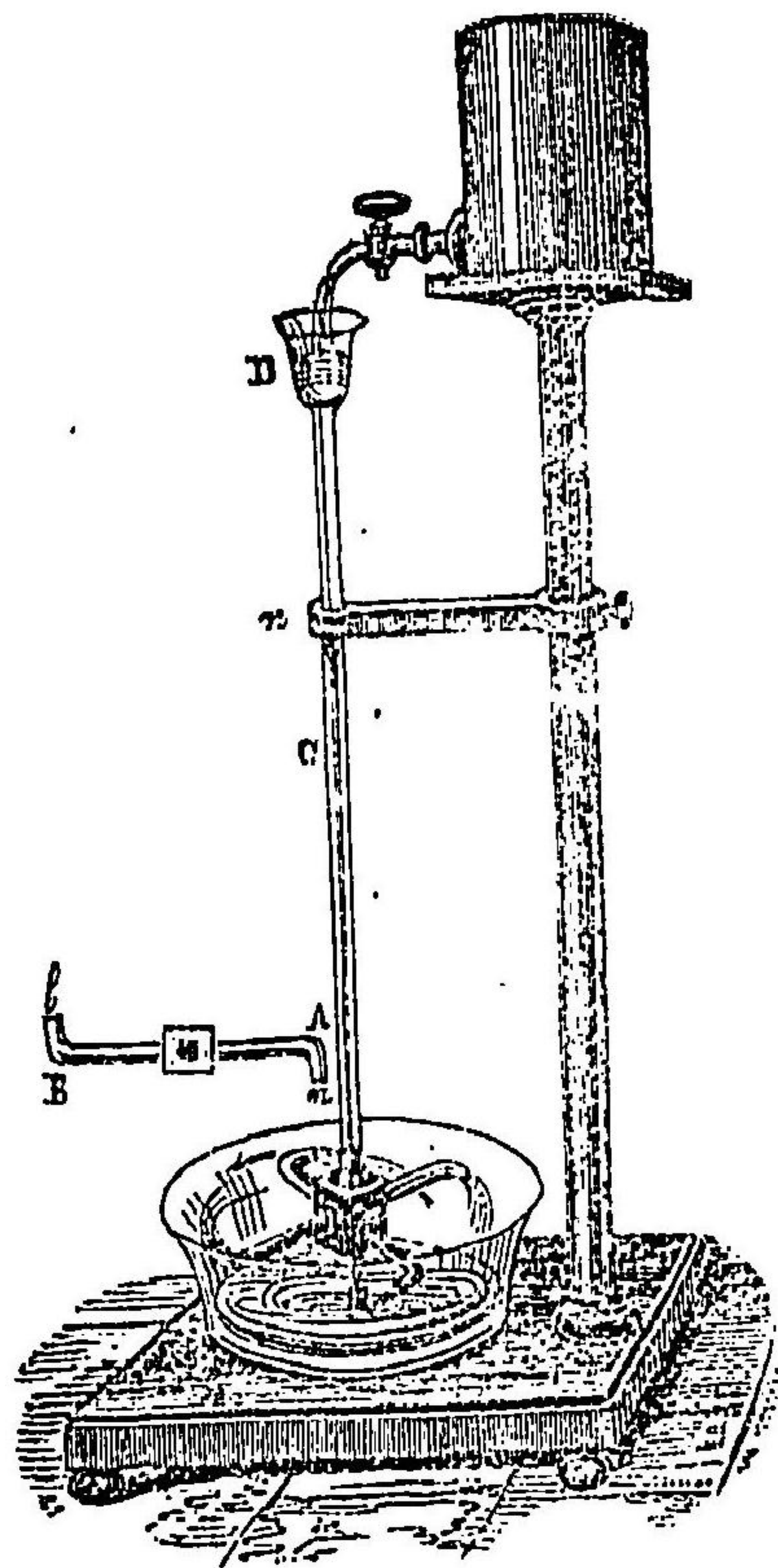
液體が器中の側面に壓力を行ふの事實は反動車の方法に於て之を證據立つるを得べし此反動車は第三十一圖に示すか如し此器はCなる真直なる圓管より成り其上部にちかき輪ある輪に於て自由に廻轉するを得べし而して下部の端に於て輻軸の上に安置せらる殆ど輻軸上には圓管は正方形の箱にて界す此箱の表面には四ヶの曲管を有すると圖に見らるゝか如し水は溜水よりDなる漏斗を貫通して供給せらる今水が注入せらるゝ時にCなる圓管を下り流れ而して下底に於て

曲管より流出すべし然るときに箱は矢頭に於て示したる方向に於て廻轉するなり

以上の道理

を證明する
爲めにAB
なる小圖に於
て之を見よ
ABは曲管の
二箇を示し

(圖一十三第)



たるものなり水の重量は上のAに壓力を及ぼすべし但し此時はAは密閉せらるゝか故に又A上に壓力を及ぼすと勿論にして相平均すべしと雖もAを開くときはAの上に及ぼす壓力は同重にせられずしかれどもAからAの方に働く所で回轉力を生ずるものにして

上 壓 力

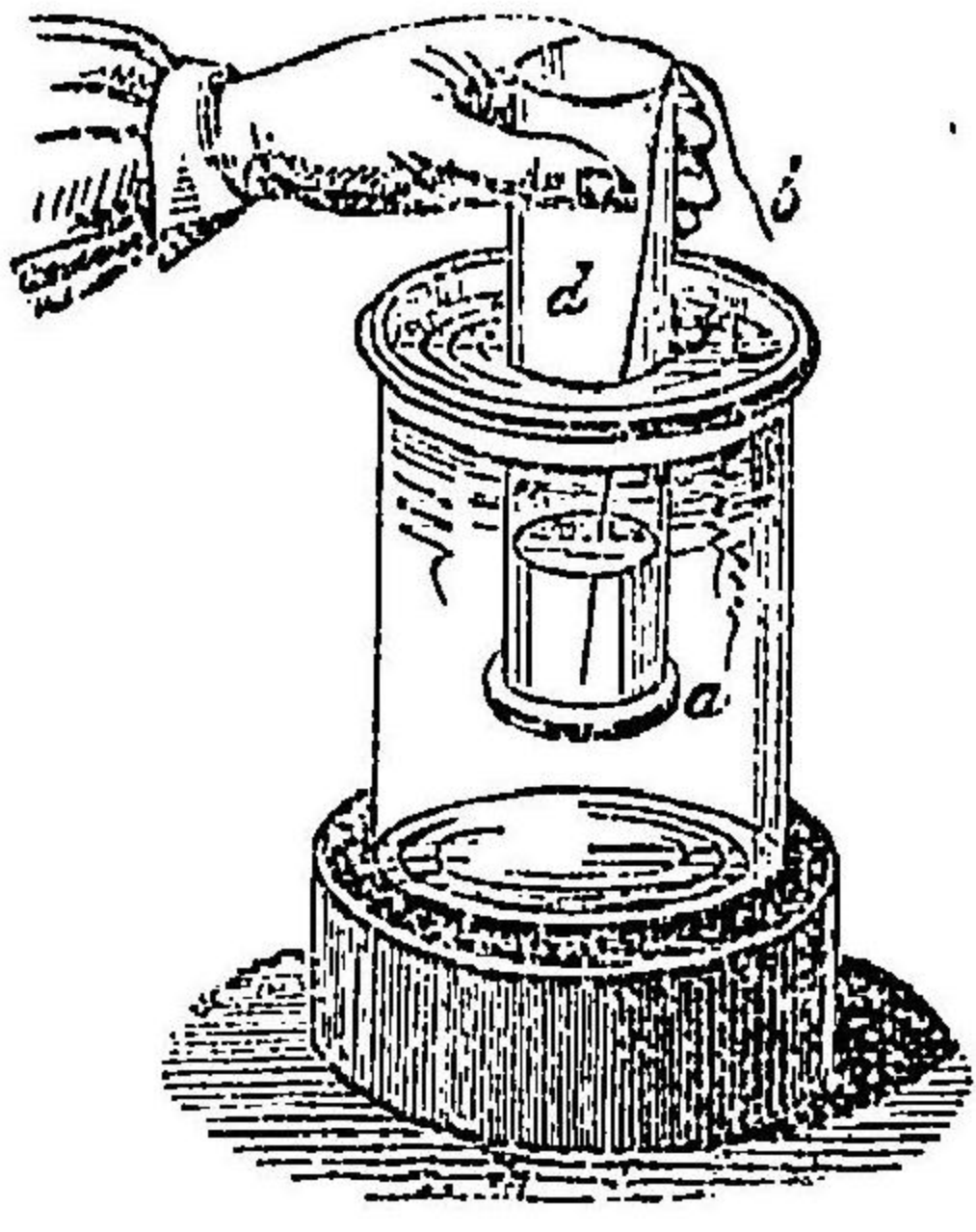
ひに於ても又同じく同一方向に於て廻轉力を生ずるものとす

第六節 液體上壓

液體が上方に壓力を及ぼすの實例は第三十二圖に示したる装置に因て研究するとを得べし、即ち玻璃の圓管

にして、其圓筒の底に確固にある爲め
なる圓石あり、今平圓石には穴を穿
ちりある線系に因て底に保たる、今此
装置を爲したるものを水を充てたる
器中に投すると圖に見るか如し、此狀
勢に於て水より重き平圓石は決して

(圖二十三第)



器底に墜るとなし、蓋し水の上壓力に依て保たれたるあり、今圓筒内に
靜かに水を注入するときは、圓筒内の水は器中の水面と同平に至る迄、
其底は墜るとなし、是圓筒内の水の下方への壓力は外部の水の壓力と

相平均したればなり

液體の上壓力は彼等の浮力と稱せらる、かの水面に輕き物體を浮ぶ
るはかの浮力の結果あり、此理は凡ての種類の物體を浮ぶるの原因
とある、何如とされば液體は上方に壓せんとするの力を有するが故
に一の物體の重量を減省し、遂に浮ぶべき輕き物體に變すへし、

第七節 液體の下壓

一器に液體を盛りて平均の景狀にあるとき、自己の重力の爲め器底に
對して多少の壓を施さざるへし、而して器底の受くる壓力は液體の
重量より起るものあれば、全く器物の形狀并に液體の分量に關せず
るものとす、唯壓力を受く可き器底及び器底より水の表面迄の距離深
に屬す

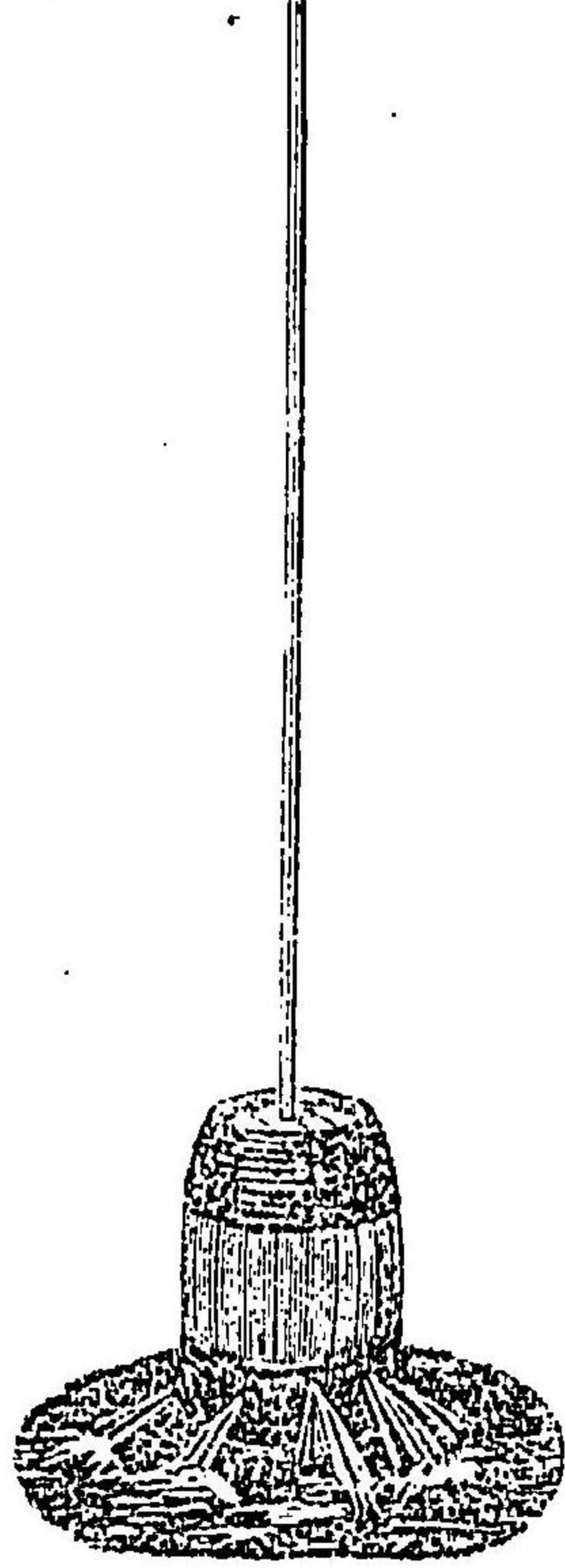
液 體 の 作 用

今四箇の瓶器甲乙丙丁ありて、此器は四個共に其底の面積を同じく
して且つ其水面の同高にあるべし、之に水を盛れば、底面は盡く同一

の壓を受け設て其器の上部或は廣く或は狭く、或は正直あるも、或は傾斜せるも、少しも其の大小形狀に於て毫も關係するとかし、故に水を盛りたる器の底面に受くる所の壓は鉛直なる水柱の重さに等し(其水柱の即ち基底の面積に正に器の底面に均しく其長さの正に水面より器底に至るの深さに均しきものあり)

パスカル氏の試験 次の試験は千六百四十七年パスカル氏に因て行はれたるものあり、則ち第三十三圖に示すか如く、僅小の直徑を有

(圖三十三第)



する長さ殆と三十四フヒートの圓筒を強固なる樽に挿入す、今樽は水を以て充たさる、後又圓筒へ僅小の水を注入するときは、三十三圖の如く下部を引裂き水を飛散すべ

し
此場合に於て側面に行はれたる壓力は樽と同様なる直徑を通貫して下りたると同様なる壓力を呈したるを知るに足る、

第八節 液體の平均

固體の分子は凝集力に因て已れの定形を維持するを以て、重力の中心に因て支えらるゝときは、是固體平均にありたるなり、

液體に於ては凝集せるを以て之を防止するに非らざれば、彼は無限に流漫するあるべし

液體は惟た器中に於てありたるとき平均しおるべし、猶ほ各分子は何處の方向にも一様に壓搾せざるべからず、蓋し自由に動搖すべき表面

は水平にあらざるべからず、詳言すれば何處も重力に直線とあらざるべからず

今吾人は自由に動搖すべき表面は水平にあらざるべからざる事を

證明するに當り、讀者諸君は液體が重力に因て働かざるものと假定せよ。詳言すれば現在のまゝあり、重力によりて働かざるものは、凡て物體は皆重力を有す即ち引力を有す、此引力は絶えず物體上に働く故に只わりのまゝと云ふ意味なり。然る後今水の他力を與へらるゝときは其水各點に於て働く凡ての力の合成力に直線にあらざるべからず、如何となれば若し此の如くあらざりせば此合成力は二個の集合より成りたるものと遡原するを得べし。一は水面に直線にして他は水面に平行するものは是なり、最初の直線の方向の力は液體の反動に因て抵抗せられ、第二の平行力は他の力を償ふに足らず遂に運動を生じ、而して平均の反對となるべし。

第九節 水 面——二個の場合

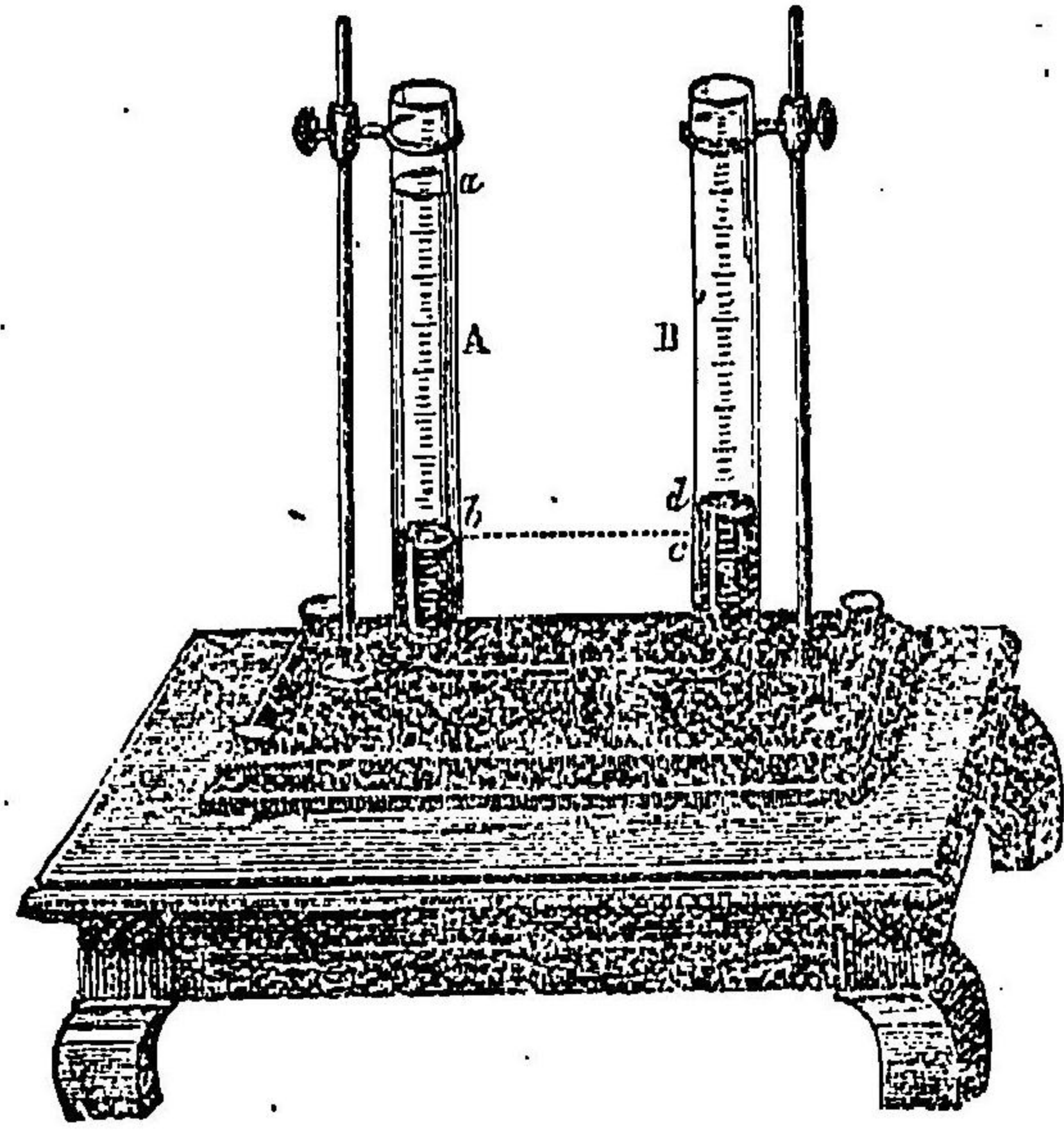
液體の表面の各處皆重力の方向と直線あるときは皆水平となりたる場合あり、僅かある水面は水平面として吾人に感して見ゆるべし、然れ

ども大なる水面は地球表面の形状と共に相伴ひ彎曲せられおるあり、大洋の表面は海岸に於て觀察したる船に依ての現像に因て顯すとを得べし、船は進行すると共に吾人は先づ船體を見失ひつぎに低き橋は消失し遂に猶高き橋はかくれ、船の全體は吾人の眼中より逸し去るべし。

以上は只地球の形状より論したるものあるが、吾人は水面の平準さを證明するとに於て、水面の各處は重力の方向に直線なり猶ほ明かに言ひば重力の合成力に直線にして其遠心力は地球が軸上に廻轉するより起る、今我地球に於て遠心力あらざるものとせば、大洋の表面は全く地球の形状に従へ楕圓形ありしあるべし、然れども遠心力は常に地球自體にあるを以て遂に長圓形とされり、詳言すれば大洋は赤道に高められ、兩極の廻りには壓し措めらるる。

大洋の一般の水面は眞而と稱し、或吾人が眼前に見ゆる水平面は現

(圖五十三第)



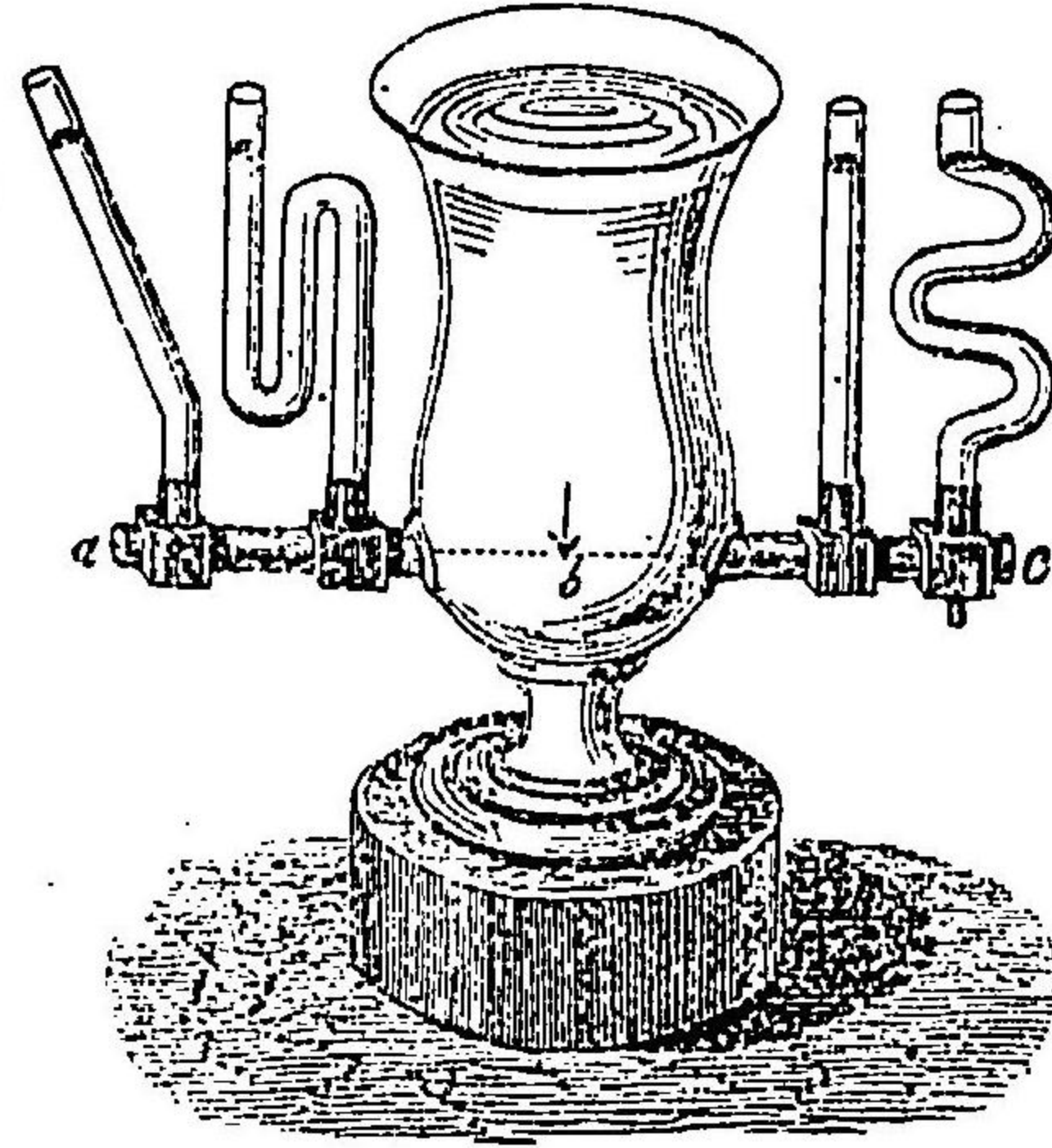
圓筒にて水の流通する所とす、今水銀の幾分量を取り、玻璃管に注入

液體は凡て同一ある壓力を有するの原理より來るものとす、
第十一節 異種の液體を保つ器物

今異りたる密度を有する液體、
交通器に於て保たるときに
當り各液體の容積の高さ其密
度に反對すれば液體は安定す
べし、

此原理は第三十五圖に於て
示したる裝置にて之れを知
るを得べし、其ハA、Bある二
箇の玻璃管より成り其上部
は開孔し其の下底は小さき

(圖四十三第)



入し程能きに至り之を止むるとき、ある圓筒より各管へ上昇し
其各玻璃器の表面は皆等之に同一の高さとなるべし、此道理は即ち

像面と稱せらる。

第十節 物體中液體の平均

今液體を交互に分配する器中に於て液體を保つときは器内にある凡
ての表面皆同一ある水平面に於てあるときは、是れ液體の平均なり、

此原理は第三十四圖に示したる裝置
に依て證據立つるを得べし、

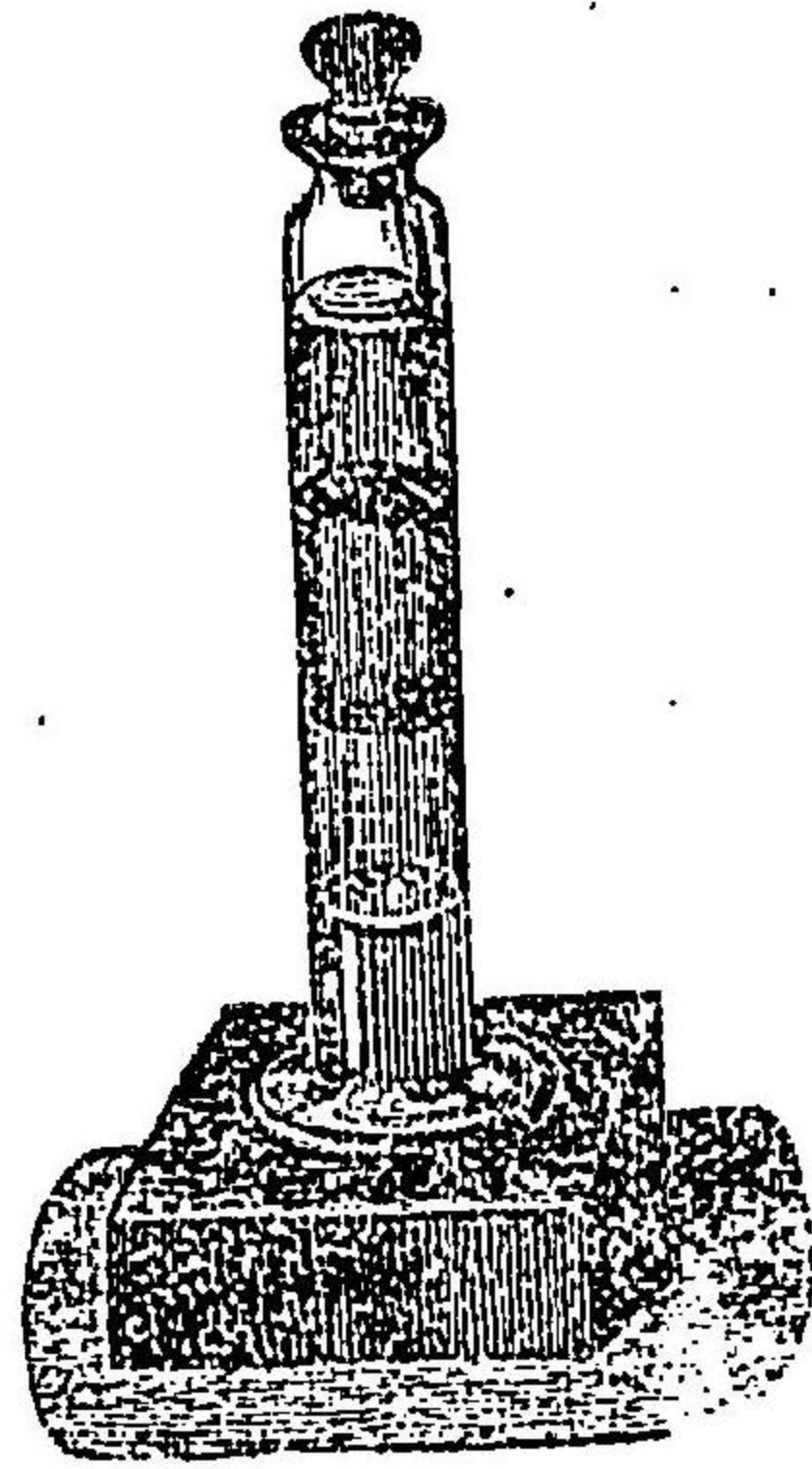
其裝置は各異りたる形状と容量を有
すべき玻璃の器物より組成したるも
のにして、而して液體はacある圓筒に
よりて四方に流通するを得、今水若
くは他の液體の分量一の曲技管に注

するときは前節に述べたる理に基き兩玻璃管の水面は同一の高さとあるべし然れども今水の幾分量を取りAある管に注ぐときは其管内にありたる水銀の表面は壓せられ遂にBある玻璃管に於て高かまるべし、*dc*なる水面の相違ハ玻璃に於て附したる尺度にて知らるゝを以て直ちに測るとを得べし則ち*ab*なる水の容量は*dc*ある白銀の容量に對しては十三、六倍なることを知る蓋し*dc*ある容量にて自己より十三、六倍の容積ある水の壓力を支ふるものと知るべし、猶又再言するとを得べし、水銀は水より十三、六倍厚き密度を有すと、他の液體は又同一ある成果によりて之を試験し確むるを得べし。

第十二節 特種液體の排列

今各異りたる液體勿論混合物なし器中に注かるゝときは其各液體は其密度厚薄の順序に因りて排列すべし、則ち最も重きものは下底にあり而して各液の表面は皆水平に見ゆるなり、

(圖六十三第)



かに之を直立すれば水中の層をさして皆各種の液は整然排列すべし、圖中の壘は四種の液を保つを以て、四元素壘と稱せらる、乳酪は乳汁の上に入り而して油は水の上に入り此原理を應用して徐々壘内に液體を注ぎ以て密度の異りたる液體を區分するといふ。

第十三節 水平盤

是は前來述べたる運通器の理論に基つきたるものにして、即ち液體の平均を應用したるなり、水平盤は二箇所間の平面の相違を發明する爲めに用ひらる、其の裝置は二フヒート二分一若くは三フヒートの長さを

試験 此實例は第三十五圖に於て

示そを得即ち水銀、水、油の如き種々異なりたる液體を保ちたる壘にして、今此壘を振蕩するときは液體は混合するか如く見ゆれども今又靜

有する錫の平面筒にして其兩極端には二箇の玻璃鉛直に挿入せらる此の器具は三脚盤と稱せられたる者の上に固定せらる洋缸或は色の物質を以て着色せられたる水の一分量は今玻璃管の一に注かるゝどきは此の液體直ちに其性質として底にある圓筒を流過し他の管内に昇り雙方の水面同一となるべし今二箇の玻璃管中にある水の表面を沿ふて指示したる視線は水平線と稱す即ち測量家或る隔遠の一點に向ふて液體の兩面と同一直線を爲す様瞭望するときは即ち水平にして此線は水平術の目的に尤も緊要あるものとす。

第十四節 酒精準器

酒精準器は殆ど酒精を以て充されたる玻璃にして兩端とも密閉せらる今筒は軽く屈撓せらるゝかゝる後水平に置くときは其筒内にある空氣の水泡は筒の上部の中央に起るさて又何れかの一方を壓せらるゝときは水泡は他端の方に走る今之を用ゐるときは通常は木製の箱上に載す、

此器械は泥工、大工、其他技士之を用ふ今其物體の表面水平なるや否を確かめん爲め此器械を物體の上に置き其水泡を能く注目すべし、今水泡は圓筒の中央に於てあるときは其表面は水平あり此器械は猶又種々の者に應用するを得るものにして測量或は天文觀察の器械に使用するを得べし

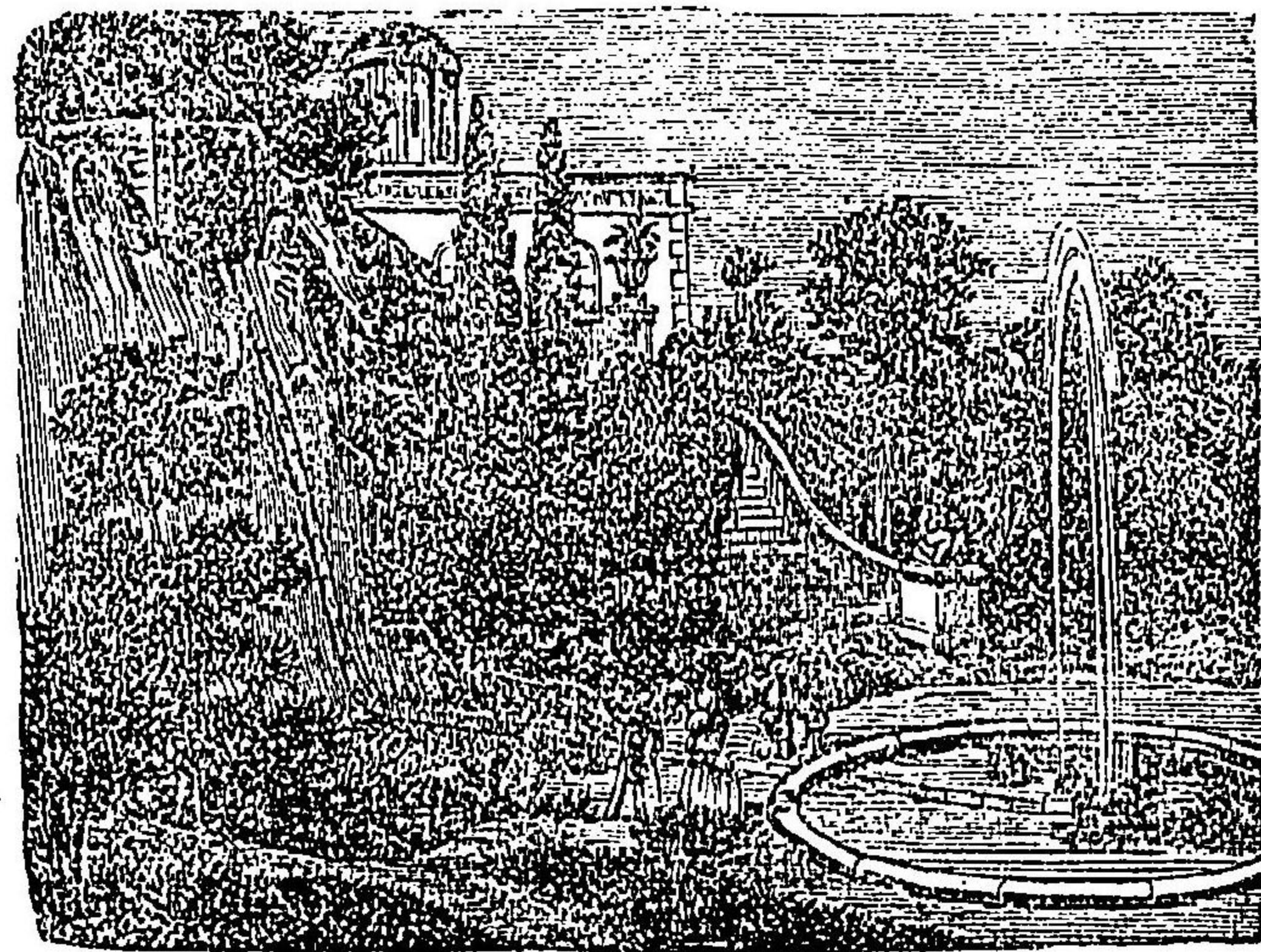
第十五節 噴水。池泉。川。

水の噴水器或は池泉に於て空中に上昇するの原因は皆同一ある壓力を傳達するに外ならず此噴水器或は池泉に蓄ふの水は噴水器或は池泉より高位置に於て天然若くは人工の藏蓄を爲すに外ならず而して又此貯水は天然或は人工の溝渠の方便をかり噴水及び池泉の水と共に流通す貯水の壓力は遂に噴水器或は池泉より高位置にあるが故に下りて池泉若くは噴水器を噴き上げしめるときとしては管に於て飛散

せしむるとあり

第三十七圖に顯はしたるものは噴水管と稱せらる貯水は左方の小丘にありて、水は「……」線に因て示したる吸管の力を假り、地底に達す、吸管に通過する所の水は貯水の表面と同様に上らんとす、液體の表は平均せんとする理により、今若し空氣の抵抗あるものあらざりせば同一の高に上昇して噴騰すべしと雖も、水の吸管に相抵觸する摩擦、及び落下する液體分子の抵抗、其他の集合したる妨害物は

(圖七十三第)

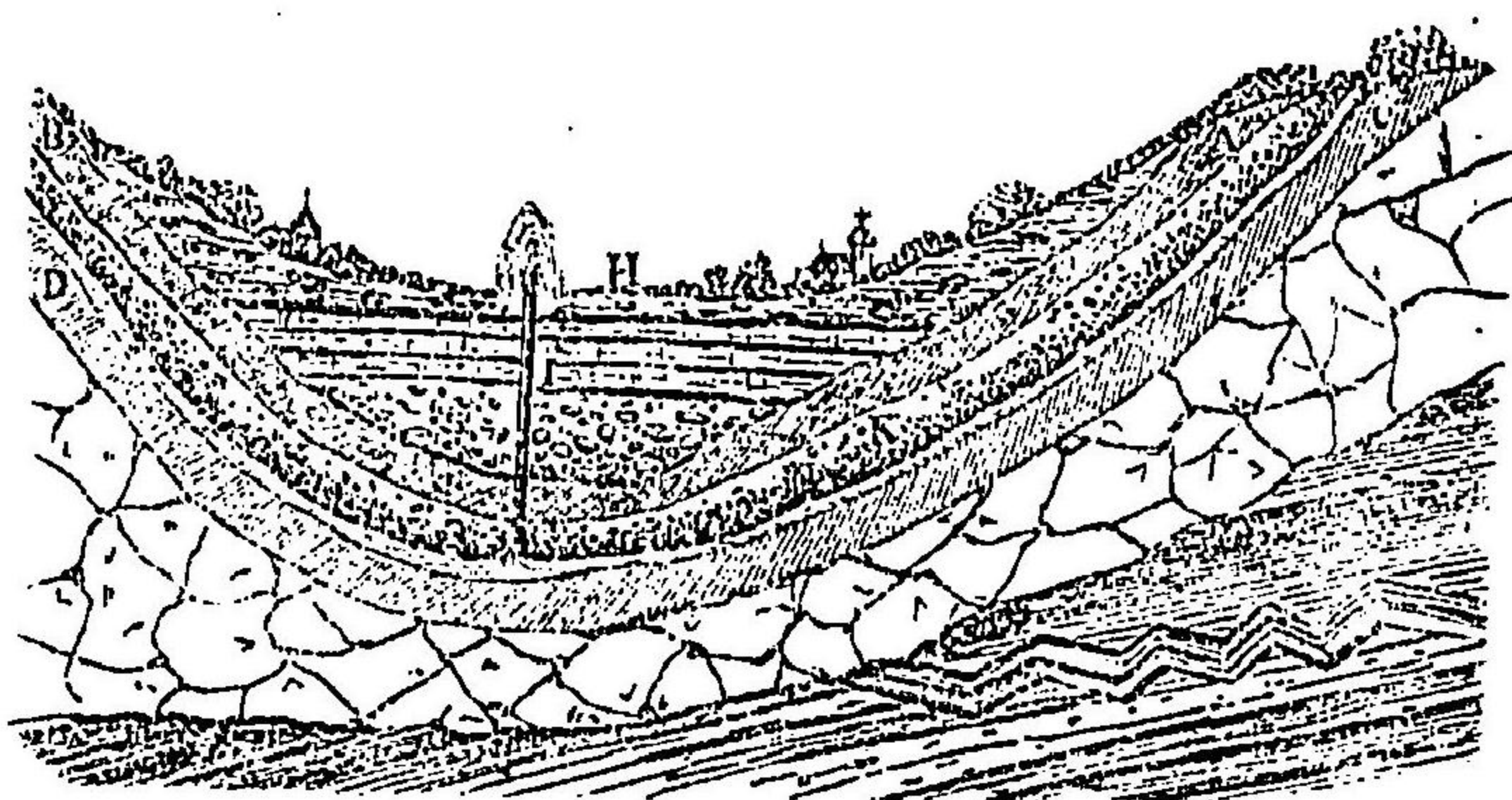


貯水の頭上より下りて、池泉中の管上より昇るべし、此等の理は又高地より低地に水流を決すべし、湖水、海、大洋は絶えず霧或は雲を造成せんとして蒸發すべし、其等の蒸發したるものは寒冷の空氣に遭ひ凝集して雨となり、而して水の分子は自身の重量に迫られ、低き水面を求めて走る、細流は集りて小川となり、小川は結合して大河となる、是に至るまでに蒸發したる水は再び大洋、湖水に今一度復りたるものと云ふ可し、然れども水の全體は必ず表面に沿ふて大洋に流還せず、一部分は必ず多孔の土を漉し過ぎ、吾人が夏日炎熱を忘るゝ庭園の噴水器或は池泉の貯水たる材料水脈に集るべきものとす。

第十六節 堀抜井戸

堀抜井戸は水の供給を奏す可き爲め、地内の種々なる地層及岩石を穿透して作りたる深き井なり、此等の井戸は最初佛蘭西國アルトイヌ洲に於て用ゐられたり。

(圖 八十三第)



り高さヤマンペーンの小山より来る水にて供給せらる此等の堀抜

第三十八圖は此等の井戸の原理を明にするを得べし、Hは土地の自然表面にしてAB及ひCDは水の透過し能はざる粘土或は岩石彎曲したる重層なり、KKは砂石の中間層にして固より水は之を通過するを得べし今Iある穴をKKなる水面に接せる砂石層を破り透さん爲め穿破せらるゝときは水の壓力は遂に管中より上昇して地面Hに出づるもHはCより低きが故に遂に水は逆り騰るべし
佛蘭西國巴理に於てクレチターの井戸は一千八百フヒートの深さあり巴理よ

井戸を用ゐて水の廣大ある供給を益せり、

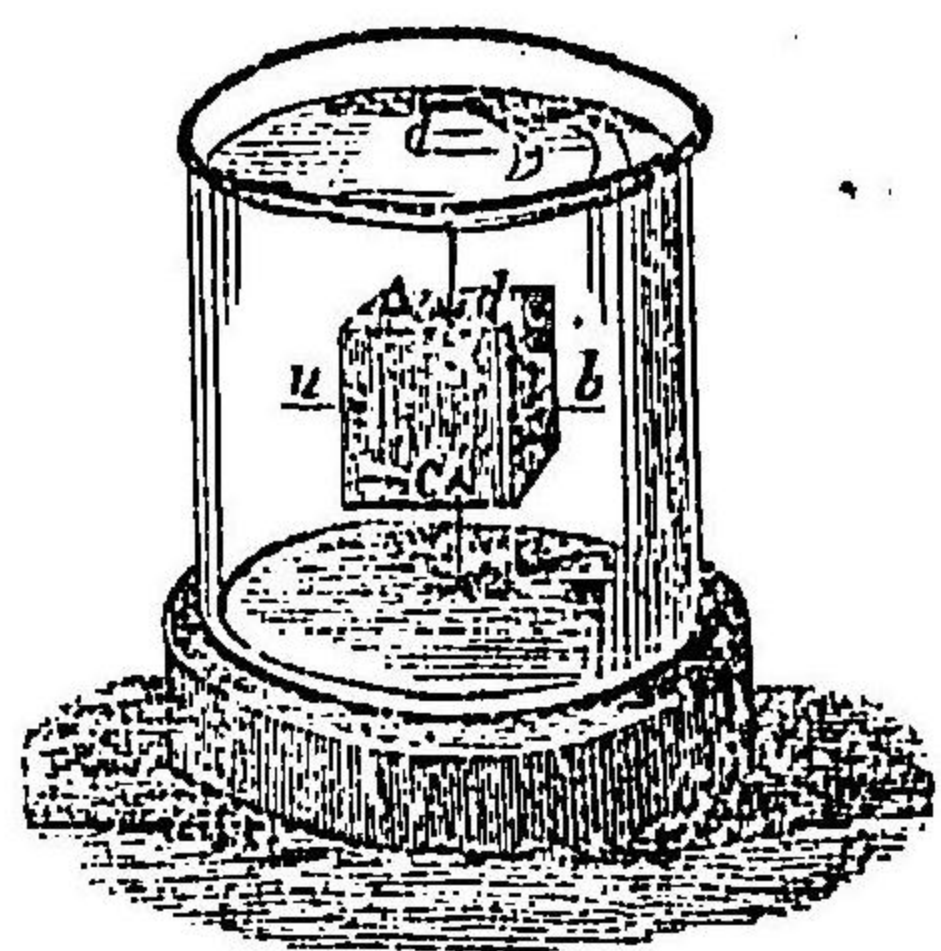
第十七節 アルヒメーデスの原理

一の物體液中に沈入せらるゝときは凡ての方向より壓搾を受くべし、
と雖も一樣ならず、

第三十九圖に示すか如く、今水中に沈め

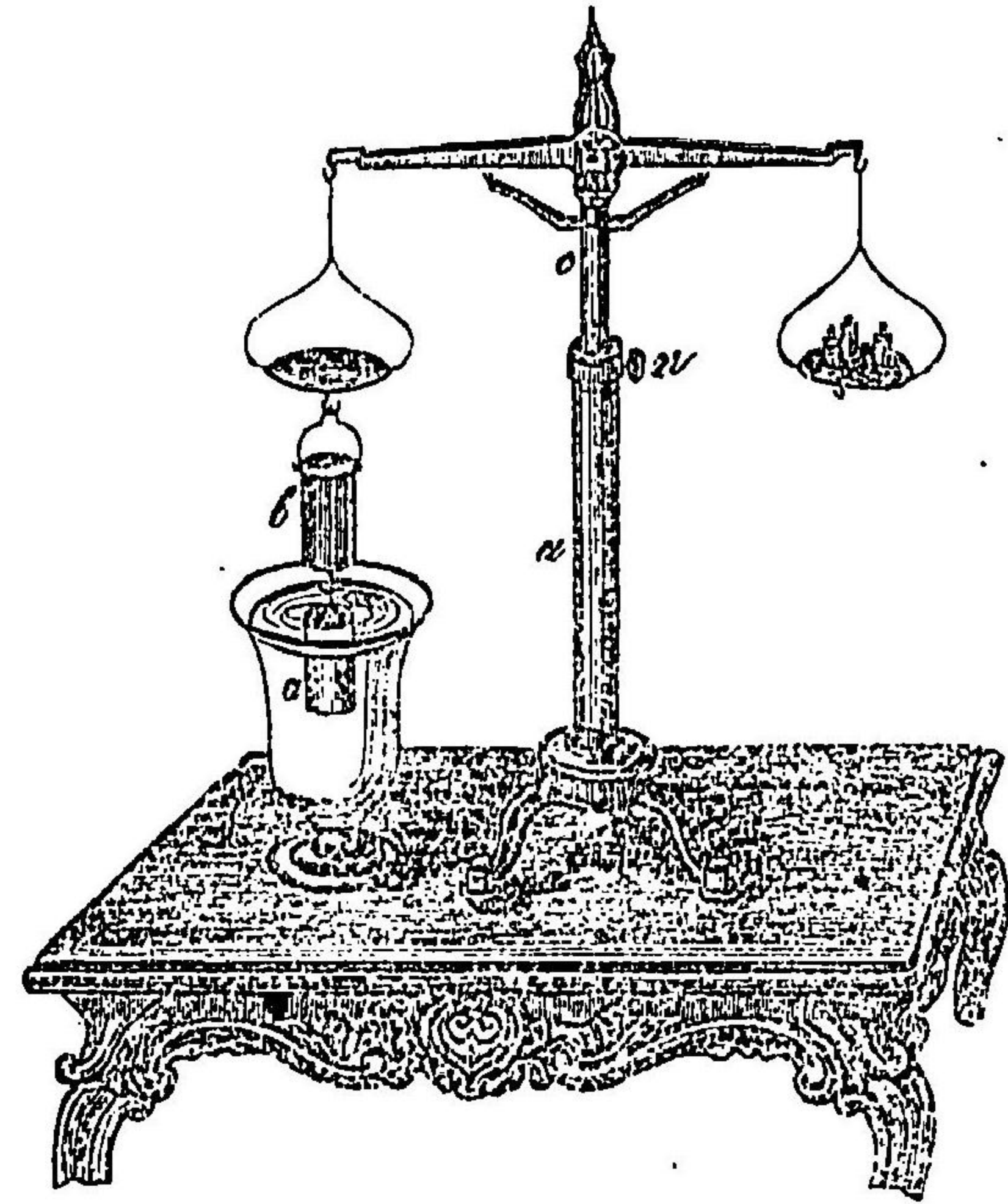
たる立方形ありと假定せよ、a及ひbなる側面は一樣に壓せらる又他の側面も同様に壓せらる而して其方向は皆な對向なると以て之に相平均すへし又c及ひ

(圖 九十三第)



dなる上下の壓力は對向す然れども一樣に壓せられざるなり、cなる表面は其立方形の基底と同一なる底面を有して液體の表面よりc迄に至る高さを有する水量に等しき力を以て上方に壓せらる、dある表面は立方形と同一なる基底を有する液體の容量を有する重

(圖十四第)



第十九節 圓柱釣瓶の試験

則ち第四十圖は、水學上の秤量と稱せらるる、ある圓柱は固體にして、ある溝渠を有せる圓柱にて上下する様に裝置せらるる、ある圓柱はなる螺旋の方法にて一定點に於て止めらるる、猶其圖を参照すべし

此器械は普通の秤量と其構造相似たるものにして、各蓋の下部の面には釣を附着したる秤量にして、其積は自由に上下するを得る様に裝置せらるる、

量に等しく、其高さは液體の表面より、 d に至るの距離なり、今立方形の底面を示すに F を以てし、 d より n (水面迄の深さを F とし、 c より n 迄を q とするときは立方形の上面に壓せらるる力は $4F$ あり、之に反して立方形の下面に向つて之を壓上せんとする力は $4q$ なり、以上二個の壓力の合成結果は立方形と同一ある容量を有する液體の重量に等しき力を以て上方に壓せんとするの力を示す、此上壓力は液體の逐上力或は浮力と稱せらるる

今吾人か示したる原理はアルヒメーヌの原理と稱せらるる、吾人は上來の試験にて左の如く云ふべし

物體若し液中に沈没すれば、重量の一部分は物體の占めたる位置より排開せられたる液體の重量に等しき重量と減省せらるるものなり

第十八節 水學上の秤盤

アルヒメーデスの原理は第四十圖に示すか如き圓柱及ひ釣瓶の試験にて猶ほ明瞭にするを得べし、黃銅製の空圓壺 b は今蓋の下なる釣にかける、更に b に懸くるに實圓壺 a を以てし而して a は正に b の空洞部を充填すべき大を有せしむ、今先づ他の秤蓋に珉瑪を置きて平均せしめ、後 a を水中に填むれば、則ち自己重量の一分を失ふて不平均を生すべし、又其平均を求めんと欲せば、 b に水を滿盛するを以て足れりとす、是に由て考ふれば、 a 水中に入りて水を壓開したる容量は b を充填したる水の容量に等しく、且つ a の失ひたる重量は其水の重量に均しきや疑を容る可からず、

アルヒメーデス氏の原理は有名ある理學者アルヒメーデス氏の發明したるより此名を下したるあり、面白き譚あれども略しぬ、

第二十節 浮游體

今一の物體液中に沈入せらるゝときは、自己の重量に因り下方に降り

一は液體の壓上力に因て上方に支えられんとし、而して此等の反對の二方に制せられて、三箇の場合を生ず

第一 沈入せられたる物體の密度、液體の密度と同一となるときは、其物體の重量は液體の浮力と同一あるを以て、其物體を投入するも從ふて直ちに其位置は平均すべし

即ち魚類か河海の湖水に於て游泳するに因て知るべし、彼れ少しも力を用ゐずして止まらんとする所に止まる、

第二 物體の密度、液體の密度より密あるときは、其重量は液體の壓上力より大あるが故に、物體は器底に沈降すべし、

かの石若くは鐵片を水中に投したる時に因て之を徴すべし

第三 物體の密度、液體の密度より少きときは、物體の重量は液體の壓上力より弱小あるが故に、物體は水面に上るべし、故に其液體を移し去るも物體の重量と等しき迄、液體は物體を表面に浮ぶ

かくして木片は水上に浮び又同一ある定義によりて鐵片は水銀上に浮ぶ

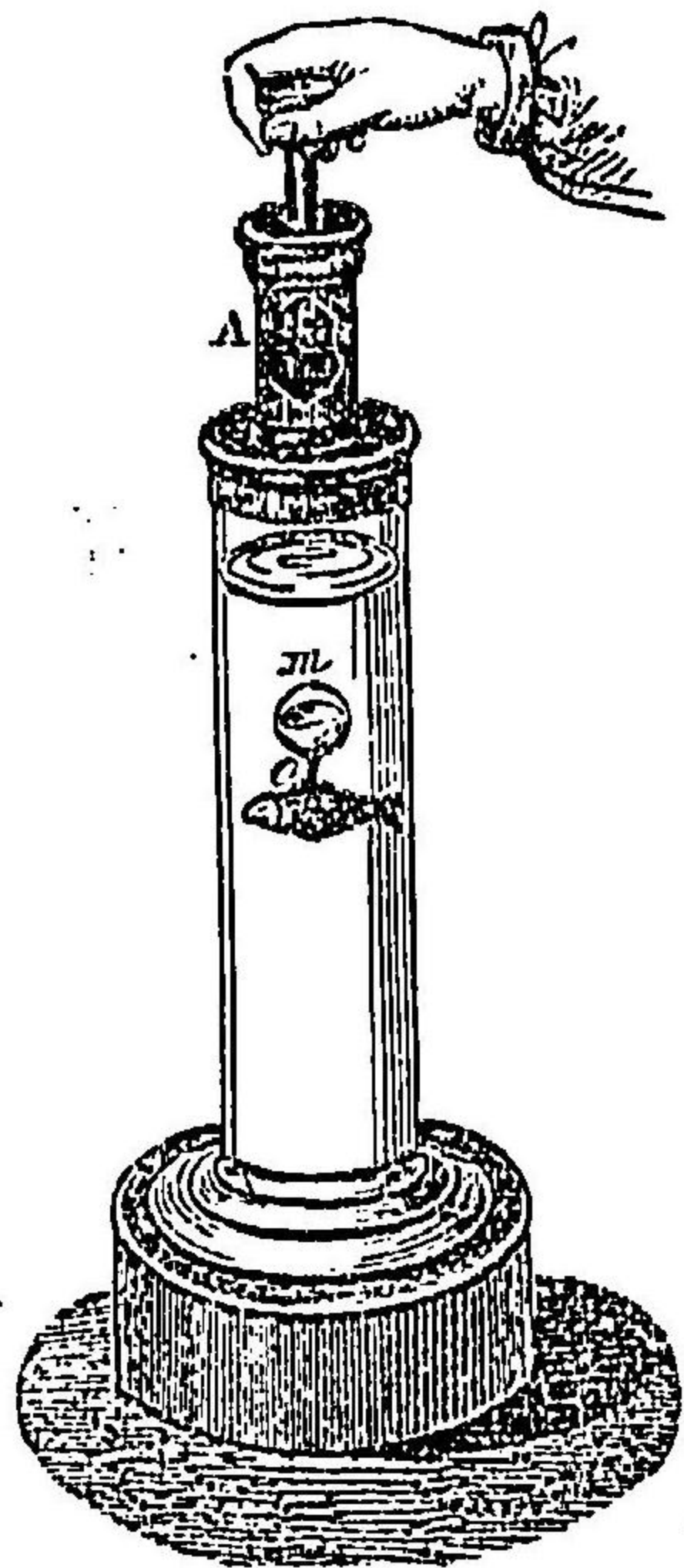
今浮體の液體上に安靜せらるゝときは其表面を稱して浮面と云ふ。

或は又奇異ある場合あり、則ち液體より多き密度を有する物體時として液上に浮ふとあり、磁器の如きは水上に浮ふ、蓋し是等は水より自身の重量を移され一部分沈入しあるあり、同理に於て鐵船の如きも亦大洋に於て自由に浮泳するあり。

第廿一節 浮體の原理

浮體の原理 第四十一圖に於て充分に明了するを得べし、蓋し是等の器械は種々の形狀に製し、小兒の玩具品として、玩具店に販賣せらるゝあり、其装置は圖に見る如く、高さ且つ空洞ある玻璃器Aより成り立ち、其中には手にて自由に壓搾を施すべき大氣唧子器械あり、今大なる玻璃圓筒は水を以て一部分充たさる、其中には磁器或は玻璃製の魚

第四十一圖



形の如きものありて、内部は空洞にす、魚型はmある空氣を充たしたる玻璃の圓球に固附し其下部には。ある小さき穴あり、而して上部にて壓搾の増減に従ふて水は注入し或は流出するなり、今此mを以て(魚型表面にあるとき、手にて壓搾を施すときは、玻璃内の空氣は壓搾せられ、而して其壓搾は水上に及ぼし球形(m)に迄壓搾すべし、然るときは球形内の空氣に迄達して之を縮少せしめ、遂に水をして其内に流入せしむ、其全體重量の如く其重量をかるくするにより復た水面に浮ぶべし、此試驗は至極

面白きものあるにより愉快に行ひつゝ、前條の原理を了解すべし。蓋し眞正の魚類は容易に浮沈するを得且つ其身體の上部をして下部より輕からしめんか爲に、浮囊を脊下に帶ふ即ち魚類の水中に沈没せんと欲するときは唇の壓力によつて浮囊中に含有する大氣を縮壓し、壓去れば再び膨脹し随意に其容積を變換せしめ水中に游泳浮沈するを得るものとす。

人體の水よりも輕ろし殊に大洋の鹹水より猶は輕ろし故に沈むと雖ども自然に浮ぶの傾向を生ずべし、只だ人間が自然に游泳し能はざるの道理は、沐浴するか如く水面外に頭を出すこと能はざるの困難なるによるのみ、蓋し頭ハ體中尤も重き部分あるが故に、水中に沈めんとするなり、多くの四足獸は皆自然に游泳す、思ふに此等の頭は體に比較して小なるか故に、水面上に保つに於て恰當にして容易に體上に安置せらる、また游泳を知らざる人に向ふて、水中に於て最も安全なる位置は、

平板上あり。

游泳の術を學はんとするときハ腕上に空氣を以て充たされたる膀胱、或ハ摠の大頭を附着するとあり、蓋し此等は重量を感せずして液體の壓上力を増殖するものにして、浮帶は以上の原理により製せられたるものあり、鰐鵜鳥鵠の如きものは皆己れの力を費やさず、自然に游泳す、此鳥類の自由に水中游泳する技能は、下部の厚層及び甚だ輕く且つ水を透ふさる脂質の羽あるを以てなり、故に彼等の重量に比例したる水の大きな容量を離分し而して己れは強大なる浮力を以て水底より昇るあり。

第廿二節 比重の定義

物體の比重とは、其比較せられたる重量を稱して曰ふ。詳言すれば今定準として用ゐられたる或物體と同容積ある重き物體は定準物體の何倍に相當するかといふにあり。

今一寸立方の水の重さを量り、後同量の銀及び「キユルン」の重さを量り之を比較するに銀は水より重く「キユルン」は水より軽きを見る、如此萬物各一寸立方のものを取り之を量り較ぶるに、其重各異れり、其各品各異を較量する者は即ち比重にして最初一寸立方の水の重さは定準あり、而して定準に用ゐるものハ華氏温度三十九度二分を保てる蒸溜水を用ふ、且つ此温度を變易せず、常に均一からしむ可し、蓋し水の温度に従ふて稀薄とあり、或は濃厚とあるものにして、時々變易するを以てあり、又河海湖泉の水は諸金屬鹽類を含み、或は植物氣を帯びて、其重さ準一からざるが故に以て定準とすべからず、さて定準とすべき水を指示したれば、吾人は比重法を發見するには如何せば可かるか、則ち與へられたる物體が此定準水と同容積を有して其重量は定準水重量の何倍なるかを研究すれば可なり、是は液體及び固體の比重を定むるの法あるが、余は後節に於て瓦斯及び蒸

氣の比重を定むるの如何を示すべし、

第廿三節 固體の比重

次の者は固體の比重を定むるの方法中の一あり、

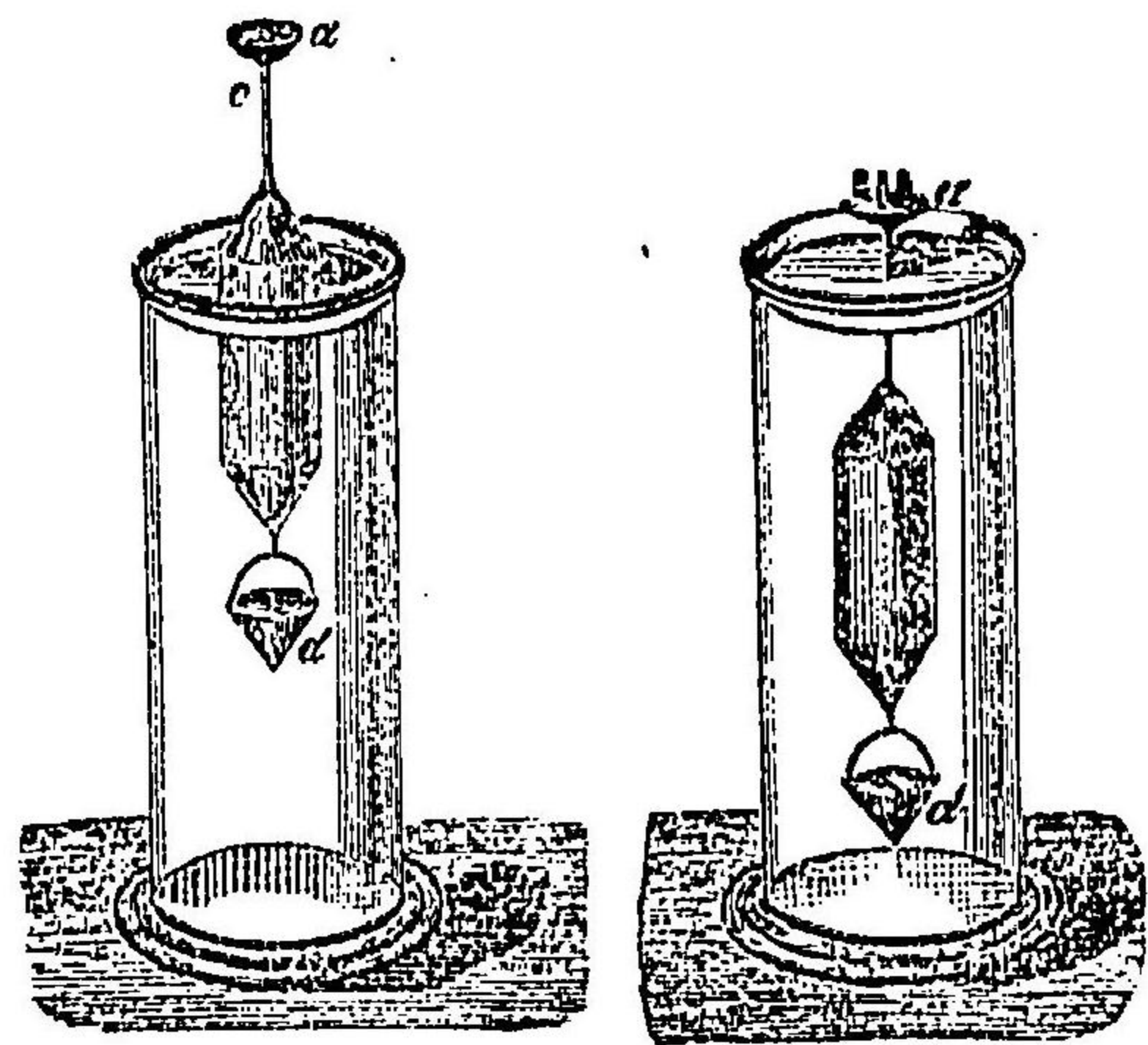
第一 水秤盤の方法に因る、尋常の秤量の蓋の一に於て物體を置き、他の蓋には既に分明ある重量、瑪瑙の如きもの(に因て之を權る、是は空中あるを以て相當の重量あり、次に一箇の秤蓋に附着したる線にて其物體を吊したる上、蒸溜水を充てたる器中に投入せしめ、然る後他の蓋上に置かれたる重量にて之を權ると凡て第四十圖に見はるゝが如し、兼てしばく述べたる如く水の浮力の爲に水中の物體の重量は、空氣中の重量より減すること勿論あり、而して其重量の差違は排開されたる水の重量に等し、詳言すれば水中に減したる重量は、其物體と同一ある容積を有する水の重量に等かるべし、さて又空中に於て(空中とは水中に入れず、只秤盤にて權たる場合と思ふべし)物

第二

ニコルソン氏の水秤器

此器械は第四十二圖に示すが如く、玻璃の空圓筒より成るものにして水中に於て正しく浮はしむる爲め其圓筒の底に於てある重量を附す而して上方は、ある蓋棒にて界し、ある秤蓋を安置す、其構造方法は今、ある蓋に一物體五百グレイン(一グレインは一分の六分の二)の重さある物體を置く時は、なる痕口まで此蒸溜水中に沈降する様にす、今諸君かりに五百グレインより輕き鐵棒の比重を知らんと欲するのとせよ、鐵棒は今なる蓋上に置かるべし、然れども此鐵棒は固より五百グレインの重量あらざるを以て、迄沈まざるは勿論、なる痕口迄沈降する迄猶ほ其蓋上に物體を加ふべし、則ち五百グレインより此後に蓋上つけ加へる

(圖二十四第)



物體の重量を減したるものは、即ち今圖らんとする鐵棒の重量なり、但し此水秤器は五百グレインより重きものは測る能はざるものと知れ

次に又なる蓋上に鐵棒を置き、又此玻璃圓筒の蓋棒なるの痕口迄沈む迄、なる蓋上に他の重量を置くべし、即ち後に蓋上に置きたる物體の重量は、液體の浮力を示すものにして、即ち鐵棒の爲めに排開せられたる水の容積の重量なり、是に於て先きに鐵棒の重量を知るとを得たるを以て、二箇の比直ちに知るとを得べし。

第三瓶。

此瓶を用るは此比重を知んとする物體の種類粉或は砂石の如き細沫なるものにあり、今重量の分明なる瓶を取り其中に粉或は砂の物體を充たすべし、しかる後其瓶の全體の重量を測りて先きの空瓶の重量を減すべし、是即ち物體の重量なり、次に其瓶内に水を充たし再び其重量を量り先きの空瓶の重量を減すべし、即ち水の重量なり、是に於て砂石と水の比重を知るを得るなり、

凡て比重をわらはすは、たとひは空氣中に於て一九匁の重量を有する金塊ありと假定し、之を水中にて秤るとき唯た十八匁の重量を有す、即ち重量の損失は一匁なり、然れども金の重量は一九匁なるが故に同容積の水の一九倍なり、之を金の比重一九なりといふ、

第廿四節 液體の比重

左に示す所の者は、液體の比重を決定する主なる方法の一にして、液體と液體との比重なり、

第一 水秤盤、今水中或は其他の液體中に溶解し易からざる重量ある

物體例へば白金の球形と取り之か比重を知らんとす、空中に於て先づ其重量を量り、次に水中に於て量り、第三に遂に其の比重の問題とあるべき液體酒との比重を見んと欲するものなれば、其の液體とは酒を稱して云ふ中に測るなり、別々に第一番の重量より第二の重量を減し、又第一番目より第三の重量を減し、而して得る結果は、白金の容量に等しき液體及び水の容積の重さとする、即ち此の得数は、兩液體の比重なり、

第二 華氏の秤水器

第三 瓶。

以上は余り必要なのみならず、僅々たる紙數到底記載し得べきにわらず、第一種をかへげて、諸君の推測に任す、今吾人は、尤も必要な實體の比重を比較して左表に示す

液體の比重

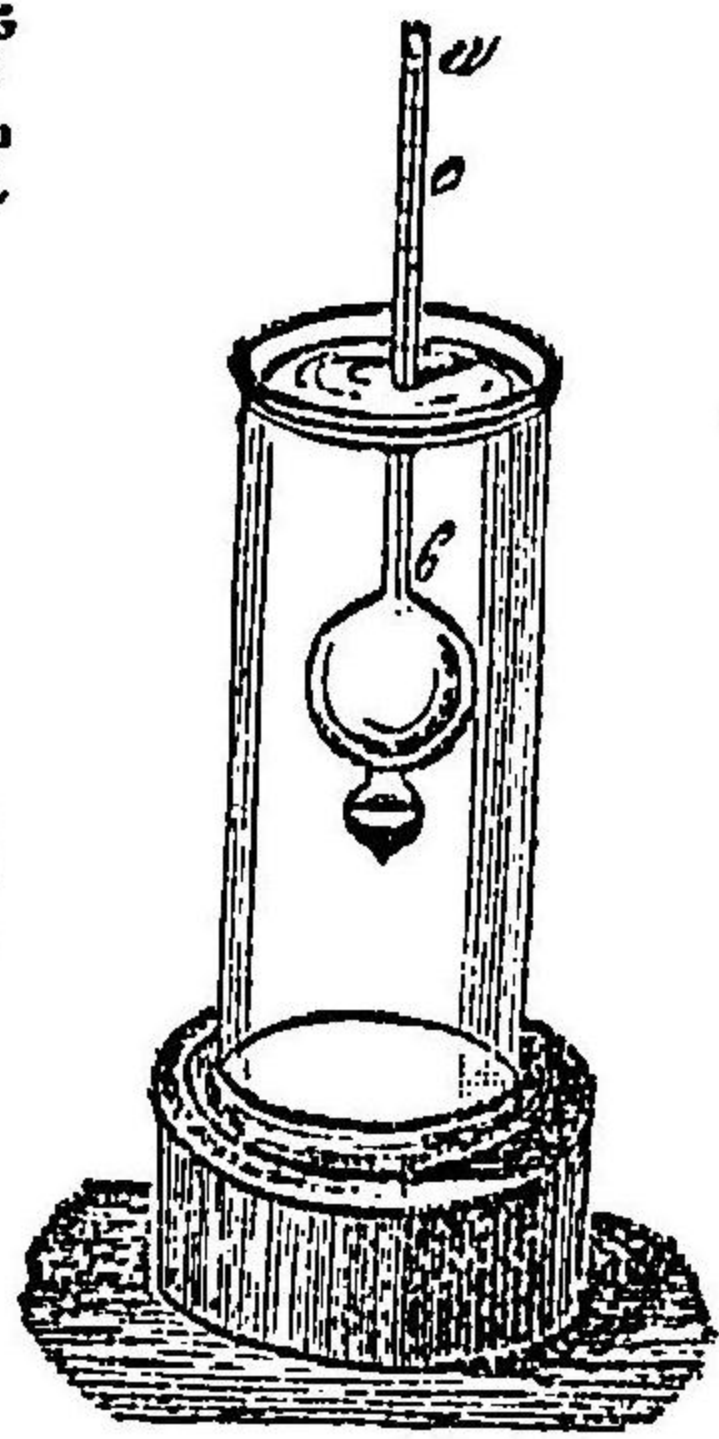
白金	二二、〇七	水銀	一三、六〇
黄金	一九、三六	硫酸	一、八四
鉛	一一、三五	牛乳	一、〇三
銀	一〇、四七	海水	一、〇三
鐵	七、七九	蒸溜水	一、〇〇
亞鉛	六、八六	葡萄酒	〇、九九
金剛石	三、五三	橄欖油	〇、九一
白大理石	二、八四	稀酒精	〇、八七
玻璃	三、三三	純酒精	〇、七九
骨	一、九二	依的兒	〇、七二

以上の表に因て之を見るときは、液體に於ては水銀尤も重く固體に於ては白金尤も重きが如し
 物體の比重法は屢々應用するを得べし、礦物學にては礦物の片々を

液體の作用

識別するを得るの用に供す、玉工者は此の比重法の智識をかり高料の玉を區別するを得るあり、蓋し其物體の容量を知るときは、其重量を知ると容易あるを以て直ちに其重量によりて、玉石の純混を明識せらるゝなり、今茲に金塊からずして唯金に似たるものあるときは、之を水中に秤りて同容量の水の重量の一九、三六ならざるを見、容易に其純金からざるを知る可し、
 P. 100 氏の液重計、とは玻璃の球根より成り、其底には水銀をみたしたる第二の球根を吊す、而して其球頭は均一なる直徑を有する圓筒にて界す。
 今此器液中に投入するときには排開せられたる液の重量と液重計の重量と同一に至る迄は沈む可し、故に此液重計より輕き液體に投入するときは、重き液體中に投入するよりは早く沈没するものとす、其液重計に度をもちる所の方法は左の如し、今此液重計は此竿管上なる點迄沈

(圖三十四第)



此液體中に下く可し然る後水及び塩の混合物を製すべし其割合は鹽は十五、水は八十五の比例あり而して此液中に先の液重計を投入す今此器械の上部棒の或點に於てをきり出し其所を15と記すべし、及びこの中間は十五箇の一樣ある部分に分つかくして圓筒の下部に至るまで同様に分別す其數及び區別は圓筒の内部の紙片にしるすかくして此器械は水鹽混合の液體に於て鹽の總計を權るとを得べし今之を權らんとするには今吾人か見んとする溶解物に投入す然るときは其沈みたる處の數は溶解液飽和の度を示したるあり

以上記するか如き液重計は其二個の度目の中間いよく隔離して分數を記するを得べければ之に因て得る比重ますく精密あり故に水より輕き液と水より重き液とを秤るに二箇特別の器を製し輕液を秤るには最下位に百度を標し重液を秤るものには最上位に百度を標するとあり

第十章 氣體

瓦斯及び蒸氣は高く壓搾さるべき流動體あり

瓦斯及び蒸氣の區別は實に明了からずして區別し難し今氣狀に於てありたる物體的宜の壓搾を加へ液體の形に導かるとときは是蒸氣と稱せらる然れども物理學上に於ては二者を區別するの必要多からず

壓搾せらるゝの性質を有する外に導る其壓搾の結果として瓦斯及び蒸氣は以前の位置より大なる場所を填充せんとして膨脹すべし此方法に依て擴張する力を稱して彼等の張力と稱せらる、
通常吾人に知らるゝ者は三十四の瓦斯あり其内三十は組成物にし

て四は純粹あるものあり蓋し瓦斯は無色あれども中には有色の者あり三十四の氣體の内五つは壓搾及び寒冷に遭ふて溶解す其五は酸素、水素、窒素、炭酸、及び亞酸化炭素あり

第一節 大氣の說明

吾人が呼吸する空氣は酸素及び窒素の混合物にして炭酸及び水蒸氣の輕小ある分量と種々の汚穢物を含有せり、酸素及び窒素の混合の比例は二一と七九の割合の如し

空氣中の酸素は生命力と燃焼を與ふ若し之れかければ動物長く生活すると能はず而して窒素は此燃焼を稀薄にするものなり空氣若し純粹に酸素のみを以て組成せられるならば物體は非常の速力にて直ちに燃焼し皆消盡すべし又吾人の身體も燃滅すべし。

大氣は重層に於てある時を除きては無色あるものにして又無味透明なり、大氣は若し重層するときは青色を吾人の眼前に呈す是れ天空を

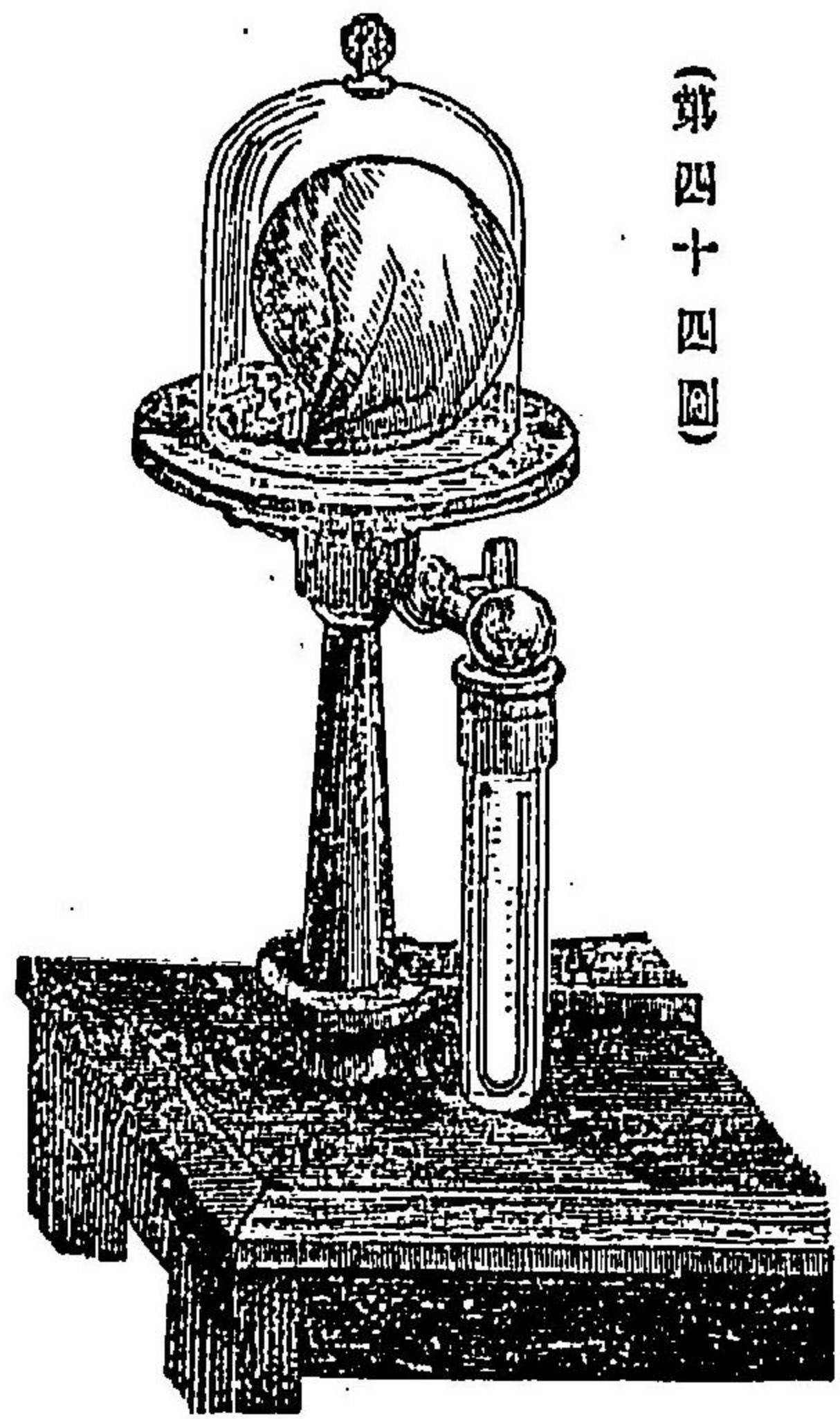
望むとさへ碧色を爲す所以あり故に若し大氣あらずらせば天井は黒く見ゆると必然あり

諸君高山に登るときは空は明らかに其青色の度を減し遂に黒色となるべし、是は登山者が高く攀つるに従ふて空氣の重層を減したる色を呈するを以て黒く見ゆるなりと知るべし。

第二節 空氣の張力

空氣は純粹なる瓦斯體の如く同しく氣體あるが故に大なる容積に擴張せんとするものあり、

試驗 吾人は試験に於て之を確證せんとす、則第四十四圖に於て見らるゝか如



(第四十四圖)

して排氣鍾内にある膀胱を搾はめしむる爲に其口にある呑口を開きて其空氣を出すかくきしたる後其口を緊禁し之を排氣鍾下に置き鍾内の空氣を排除し其空氣稀薄とあるに従ひ膀胱は漸々膨脹す是球内の氣最初與圍氣壓の爲めに平均して自己の張力を逞ふすると能はずと雖も今排氣器鍾内の空氣減耗せるにより始めて其張力を呈せしかり、

第三節 空氣の重量

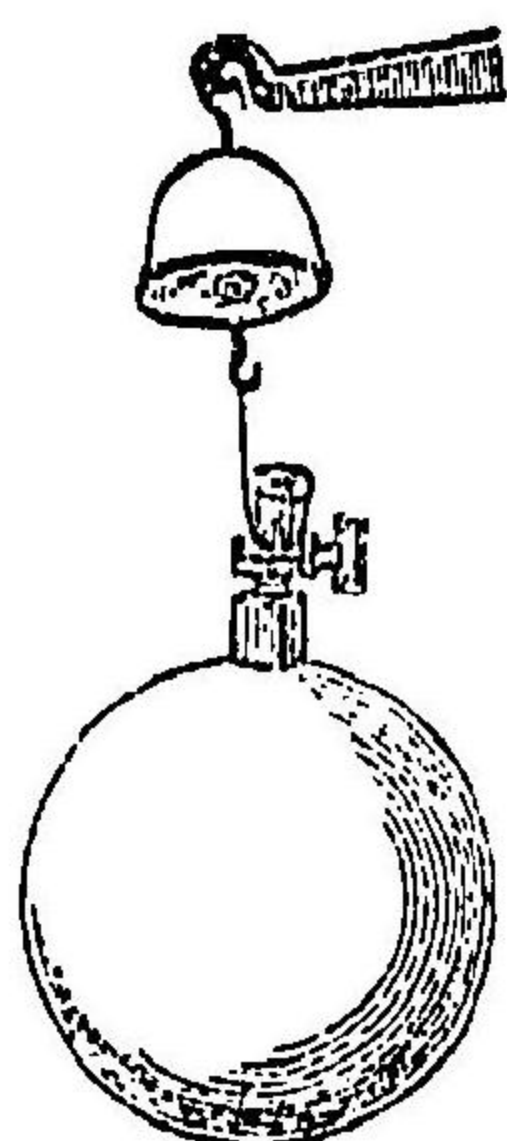
空氣は又他の物體の如く重量を有するものあり、

今此重量あるを試験せん爲め第四十五圖に示すか如き方法により精細ある秤量の蓋の一箇に於て呑口を以て閉着したる空洞玻璃球をかけ他の蓋盤には之と平均すべき珪瑪若くは相當の重量あるものと置きて之を權る可し然る後排氣鍾の理により玻璃球の空氣を

汲み取るときは雙方の蓋其平衡を失ひ他の珪瑪を載せたる蓋は下るを以て玻璃球の方の蓋上に物體を置き其の平均を保たしむべし其の終りに加へたる物體の重量は汲みかはかされたる空氣の重量あり

例令硝子球の重さ千グラムありとし大氣を充て之れに秤るに千四グラムありとすれば其の球の内容同積ある大氣の重量は四グラムあるを知るべし是に由て之れを觀れば設ど人の眼目に觸れざる大氣と雖も多少の重量を有すべきや必せり

(圖五十四第)



第四節 大氣の組織

吾人の屢々論する如く大氣は酸素及び窒素の混合物にして僅かに

炭酸及び水蒸氣を有するのみあり、
 水蒸氣の結果は場所、時季、温度、及び風の方向に關するものにして此等の事情あるか故に、全く大氣中には毎日多少の分量を有す、
 大氣中の炭酸は動物の呼吸及び燃燒物中より大なる度に於て起るものなり、而して此等瓦斯の供給は火山より絶えず與へらる、
 然れども又活物生長の進歩を助くる爲めに絶えず需用を爲すあり、植物は絶えず此の炭酸を吸引し而して植物自身か保つ所の酸素を吐き出すあり、空氣中炭酸の分量の少き所以は、水の爲めに吸入せらるゝに由る、蓋し水は炭酸の大なる分量を吸込むものにして、之れに因て地中の物體を溶解するの方便を爲し、又た石灰質の物を貯藏するの原因を爲す、然れども深く之れを研究するときは、炭酸は常に平均して大氣中に於て矢張り確かに存し居るに相違なく、大氣中の殆ど數千分一に上る可し。

第五節 氣 壓

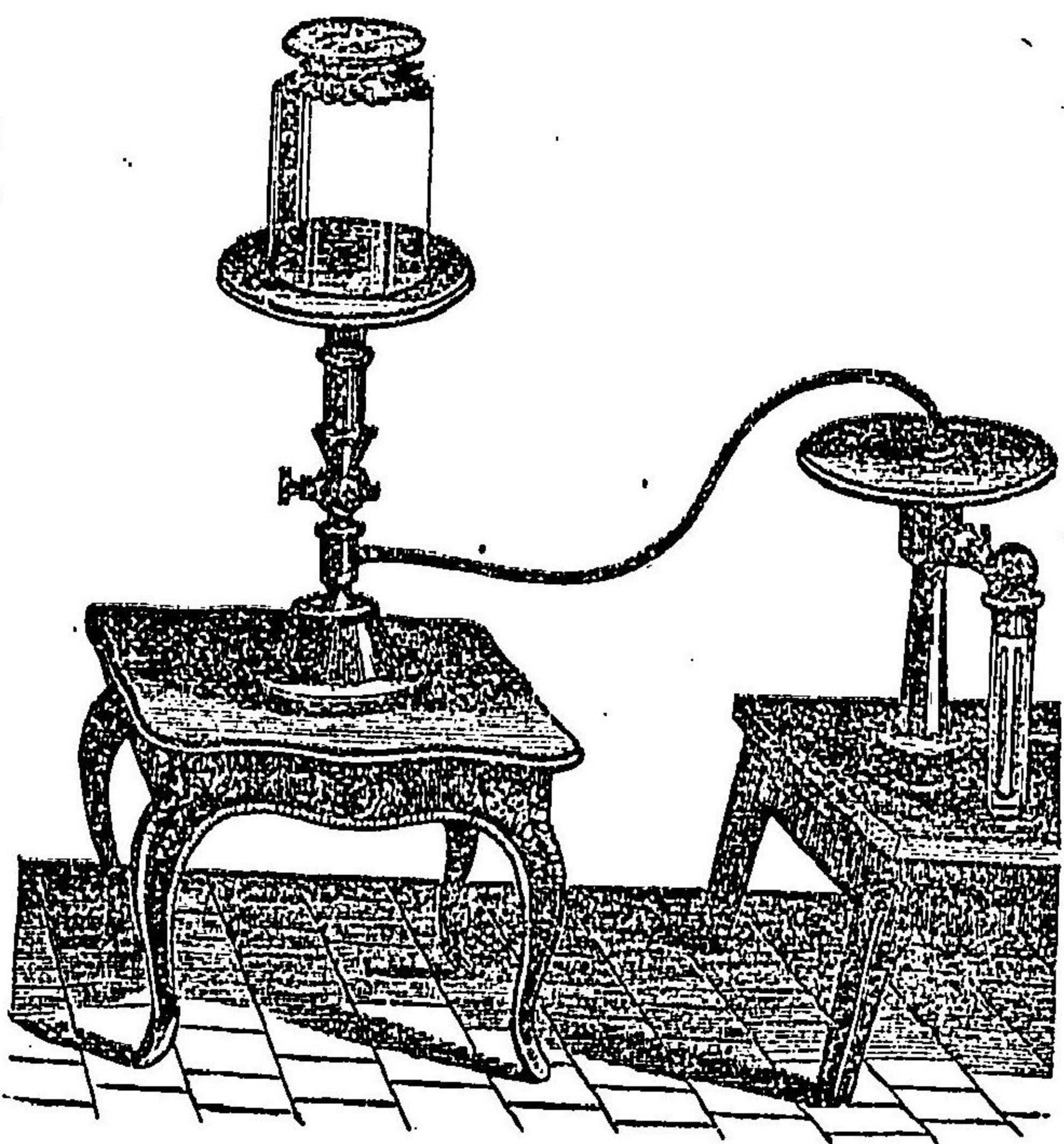
大氣の重量あるとは、試験に因て吾人は之を示したり、故に其重量の爲に地球の表面上并に自身と密接にある各物體上に壓力を行ふものあり、この壓力と稱して氣壓といふ、而して此壓力は吾人か空中に上るに隨て減少するものなり、

今茲に吾人は大氣を別て地球の表面上平行したる數層より成るものと想像するときは、各層は己れの上にある氣體の重量の爲めに壓せらるものを見るを得べし、故に上層は其下にある層より壓力を受くると僅小なり、其壓力僅小なるか故に四方に擴張し若くは稀薄とあるあり、空氣壓力の成立は種々の試験に於て之を示すを得べし、今其一を示さんどす、

試驗 兩方の各一端は開きたる玻璃の長圓筒にして、其上部はかの金箔匠か用ふる展したる膜的の者にて蓋をなし、而して其下部は排

氣鍾の平板に附着する様に確定せらるゝと圖にて見らるゝか如し、
 今此裝置に於てあ
 る時は其玻璃器の
 蓋は大氣の重量に
 て壓せられ而して
 此壓力は玻璃筒中
 にある空氣の強の
 爲めに抵抗せられ
 之と相平均すべし、
 然れども今若し排
 氣鍾の方法により
 玻璃筒より空氣を
 汲みかほかすときは、

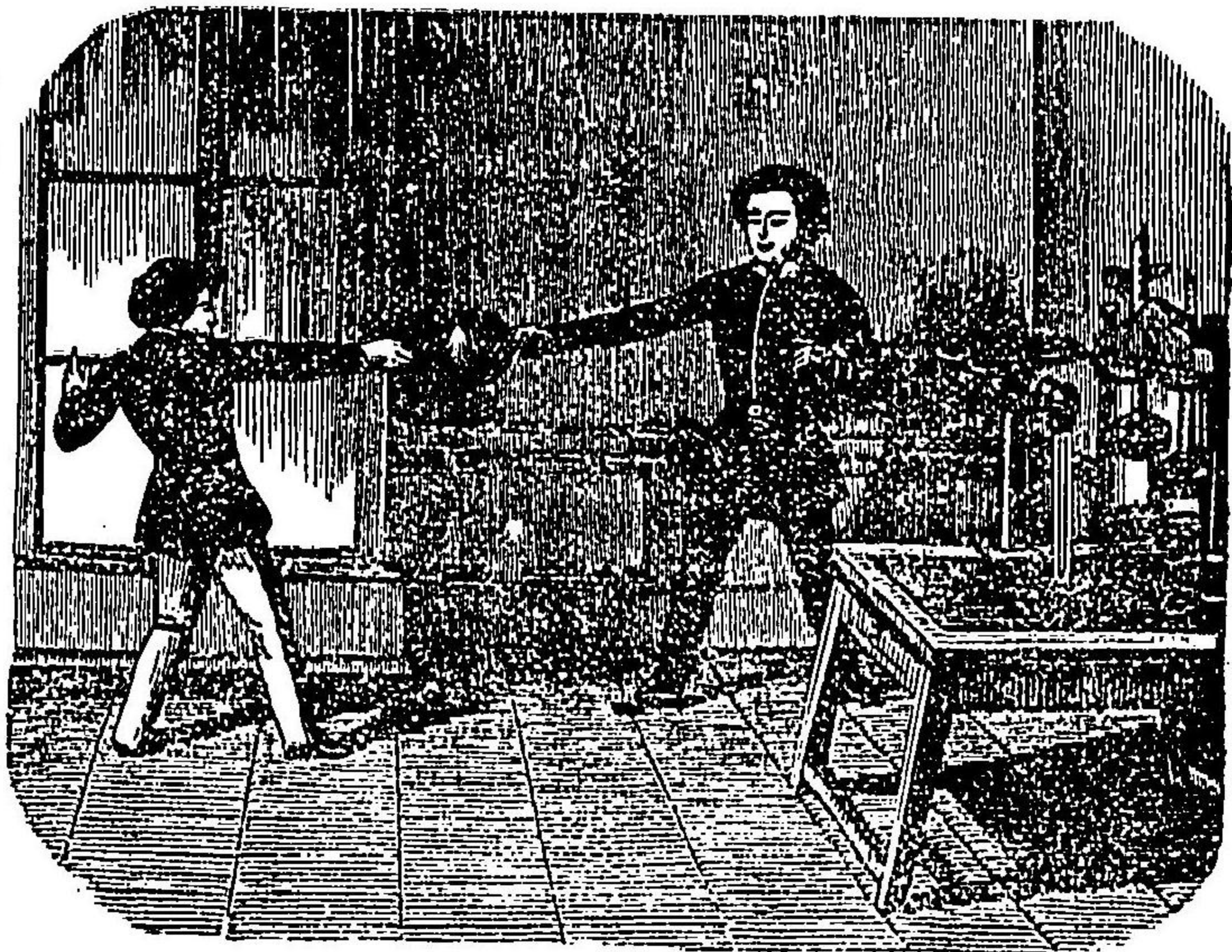
(圖六十四第)



膜は内部より最早上壓せられざるを以て遂

に只外部大氣壓力の爲に高大なる聲を發して破るゝべし此膜の破
 らるゝの大氣の壓力を示めしたる者あり其玻璃筒内に空氣のある
 間ハ外部大氣の壓力と平均して何等の變を見すと雖も一旦筒内の
 空氣排出せらるゝときは其膜上に施す壓力の衝突を來たして大聲
 を發するあり、
 互に能く相適合する二個の中空ある半球を取りて一處に押付け其
 口を閉ぢんとするも空氣の壓力ハ之を壓して離れさらしむるを
 得ず如何となれば球の内部にある空氣の壓力ハ外方に向以外部に
 ある空氣の壓力ハ内方に向以之に相平均するを以てあり、
 然れども此二個の半球を適合せしめ之を排氣鍾に裝置し其内部の
 空氣を抜き次に其口を閉ぢて之を排氣器より取り除きたる後は此
 二個の半球を引離すと甚だ困難なるべし如何となれば外部の空氣
 ハ之と一緒に壓すれども此壓力に的合すべき内部の壓力なきが故

(圖七十四第)



鐘の装置により空氣を排出するに、之を放つには殆ど七頭の馬をし

に半球の互に緊しく相附着して離れざればなり、

第四十七圖は其内部の空氣を排除されたる合半球を分つには、非常の力を要するを示したる者あり、吾人の後章に於て詳細に示すへしと雖も、此等の試験のマグデボアのオットガリツク氏に因て創設せられたるものにして直徑に於て二フヒートより大なる二個の半球を作りて之を合したる後排氣

て之を引かしむる程なりしといふ、以て其大氣壓力の大あるを見るべし、

第六節 氣壓の測法

前に述ふる所の試験の大氣が壓力を行ふの證例を示めしたるものにして而して其壓力の度は他の方法に因て測るを得べし、他の方法とい

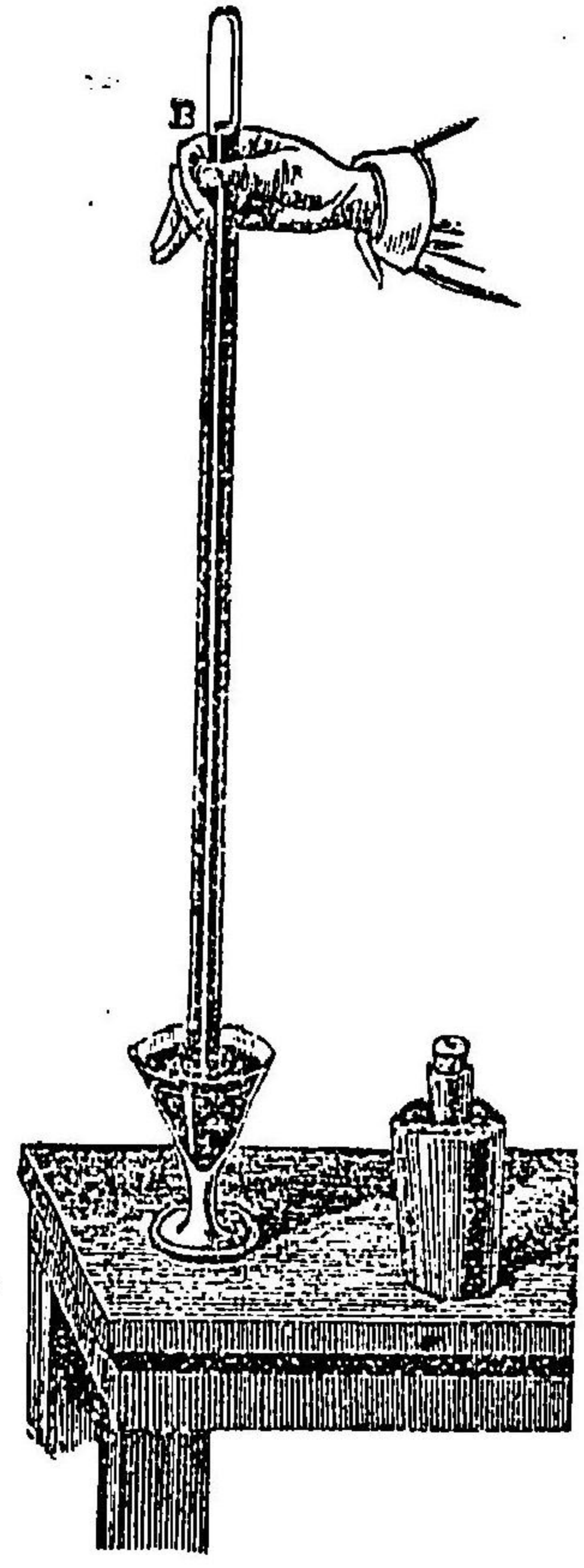
即ちトリセリー氏の試験法なり、
 往昔伊太利國の碩學ガリレイ氏大氣の壓力あることを論せしが其の徒弟トリセリー氏は一千六百四十三年に於て試験を行ひ、氣壓は一インチ四方の表面(海面も同平)には殆んど十五磅の壓力を加ふるといひ

り、
 吾人は今此試験法を明了にせん爲め、長さ殆ど三インチを有する玻璃を取り、一端は開き一端は密閉す、此中に水銀を充たし、指頭にて口を閉ち倒さまに水銀をもちたる盆中に豎立せしめ、指を除けば管中

氣 壓 の 測 法

の水銀は下りてABなる容量殆と三十インチの高さに下る迄沈み、茲に始めて液體は平均し、管の上部は真空をなす、若し外氣の壓力なきときは凡て液體の相連通せるものは同一の高さを有する定則に従ひ水銀は管の内外同高に至るべきの理なるに、外氣の壓力ありて水銀面を壓する

(圖 八 十 四 第)



により管内の水銀は此の壓力と相平均する位置まで昇騰して留止するなり、今海面上に比較すふるにABなる容量の高さは大略三十インチより若くは二ニヒト二分の一より多からず、吾人は圓筒の真空

氣

體

の場所を一インチ四方と假定するときは其表面上大氣の壓力は水の銀の三十インチ立方の重量と平均せざる可からず、今水銀の三十インチの重量は十五磅より重からず、故に大氣壓力の度は一インチ四方に於て十五磅とは云ふなり

各一インチ四方の表面上に行はる、十五磅の氣壓は、屈々、エントモ、フアーと稱せらる、而して此名稱は瓦斯及び蒸氣の壓を示すにも用ゐらる、かくして吾人は沸騰に於ての蒸氣の壓力は四アトモスフアーと云ふを表面の四インチ四方には六十磅の壓力を行ふを示すなり

パスカル氏の試験

トルセリイ氏の試験、佛蘭西國に知らるゝや、ブライフ、パスカル氏は水銀は玻璃管中に於ては、た其他の場合に於て、大氣の壓力の爲めに制せらるゝものあるや、否やを確かめんと企てたり、彼は友人を携へ、パイデダム山の頂上に戻り、議論して曰く、若し水銀の

容量の高さ獨り大氣の壓に迄歸因するならば海面よりは山頂の如き氣壓少き所に於ては管中の上昇少かる可しと遂に試験を行ひしに其山麓より山頂の方水銀の上昇少かりし彼又論して曰く今玻璃筒に水銀より密度稀き液體を充たすときは其液體は比例に多く上昇すべしと遂に千六百四十六年ルーアン府に於て試験を爲せり彼はトルセリー氏か用ゐたる同様なる玻璃筒を用ゐたり唯長さ五十フヒートとし酒を充たり而して同液體中に倒置したりしに殆ど三十五フヒートの高に至り上部に眞空を生せり此場合に於て容量の水銀より殆ど十四倍高かゝりき又水銀は酒より其密度に於て十四倍あり是に於てバムカル氏は事を證言して曰く凡て余が研究したる現象は皆氣壓に根因すと

第七節 驗氣器

前節に於て吾人はトルセリー氏の試験を以て大氣壓力の強度に關す

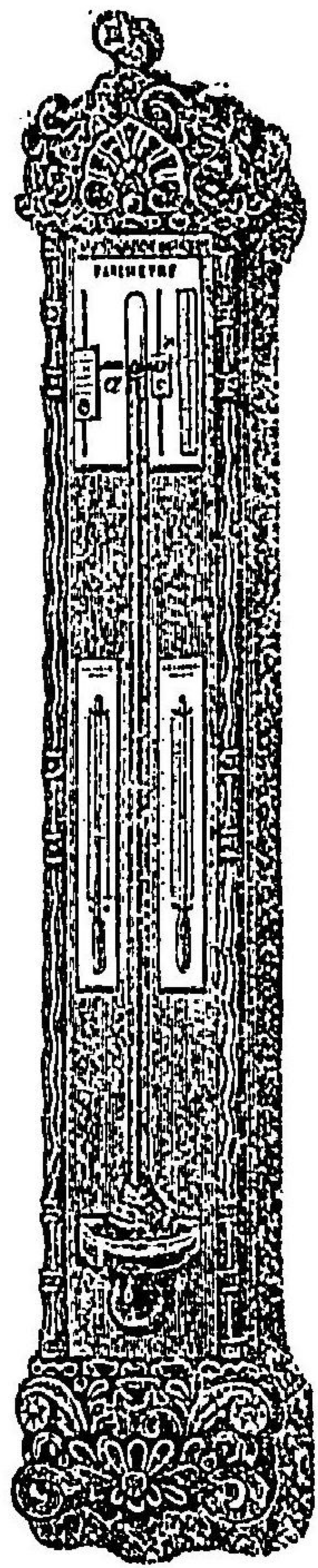
る一般の原理は已に證明したりと雖も大氣中之を變化すべき種々の原因あるのみならず又土地の高低に因て壓力の強度を變するが故に一定の裝置を要せざれば精細に強度の差異を知ると能はず此目的に要する所の裝置を稱して驗氣器といふ先きに述べたるトルセリー氏か用ゐたる玻璃管に度を附すときは是れ即ち驗氣器あり其種々あるものの中に余は其一を示さんとす

水溜驗氣器

第四十九圖は水溜驗氣器を示したるものにして佛蘭國及び英國に於て用ゐらる其裝置は殆ど三十四インチの長を有するαに於ける玻璃長管にして上部は密閉し下底は之を開く此管は殆ど十四インチの直徑を有し其中には水銀を充たし而してAある一部分水銀を充たしたる溜液器に挿入す今其詳細は圖にて見らるゝか如し此管中に充てたる水銀は其容量の高さ殆ど三十二インチとある迄沈み其上部は

眞空を顯はすべしAは溜液器にして直徑三インチ若くは四インチありて、ある玻璃管に相當してなる結點より通過してAある溜液器に迄空氣の流通する様に裝置す、但し溜液器の一部分は圖に於て現れ其餘部は此器械の全體を支える横木の爲めに蔽はる横木

(圖九十四第)



の眞頂上にはある尺目ありて溜液器と同一ある平面の所則ち最下を0度とす、又他の側面には天氣を指示するの尺目あり、又金屬の曲けられたる一片ありて管を抱き目録を掲ぐ而して其目録表は液體容量の頂上に付合する様、上下せらるゝ者にて容量の高さなるある度の上に示さる、他に水銀及び酒精より成る二個の驗温器は

架の上に附着せらる此は器械の温度と水銀の温度を示す爲めに供用せらる

零度即ち尺目の始まりは溜液器中の水銀の表面あり、今空氣の壓力は増すときに溜液器の水銀は管中に昇り而して零點は下る、又壓力減省するときは、0點は固どの位置とあるべし

然れども溜液器中の水銀の表面は、玻璃管中に上昇したる水銀より重きが故に此水銀の昇降は多くの目的には全く不必用あり、

若し一層精細にせんとするときは、溜液器の底は革より製せられ而して螺旋の方便にて溜液器中にある水銀が殆ど溜液器の頭より突出する所の象牙の栓と相摩する迄上下するを得せしむ、フォル氏に依て發明されたる此器械は今一般の用に供せらる

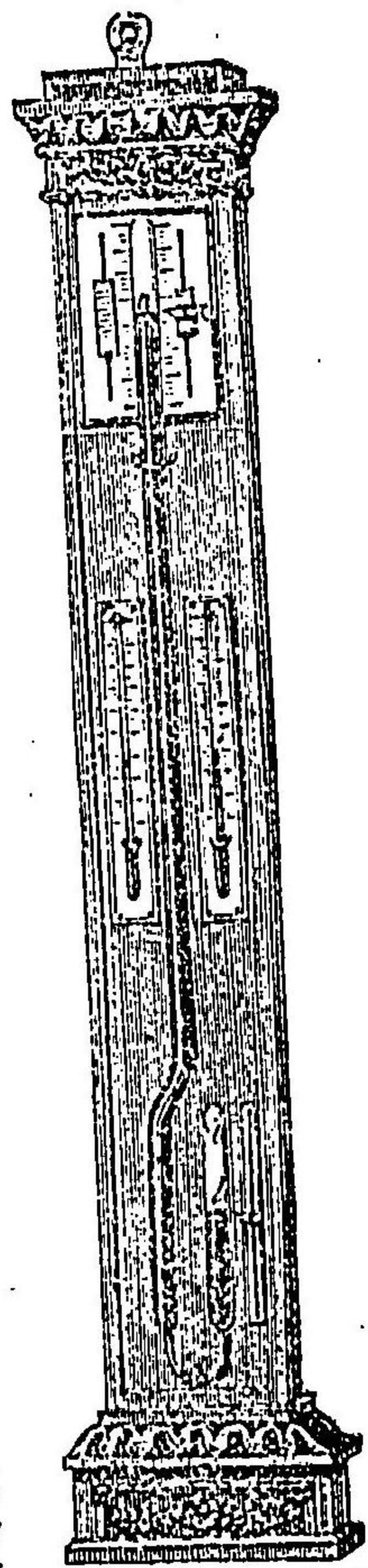
驗氣器に因り地の高さを知らんと欲するには、0點を整修したる後、彎曲したる細片水銀中の表面と符合する迄上下す、しかる後其高は、あ

る度に於て讀み上くるとを得、驗温器の高さ又注意すべし
 今説明したる器械に於て、なる尺度は(元來の場合に於て)裝置の全
 き長にひろがる事あり、惟尺度の僅少の部分を要するのみ、今輕氣器
 高處に於て用ゐらるゝときは、尺度は要用のある處下方につゞく可
 し。

シフオン氏驗氣器

第五十圖はシフオン氏驗氣器を示したるものにして、alなる彎曲さ
 れたる玻璃

(圖十五第)



管より成り
 兩幹を有す、
 子幹は長く

他の一幹は短し、此短きものは溜液器に代用す、長幹は水銀の上真空を
 有し短かきものは空氣を以て供給せらるゝはなる小開孔より流通す

るまり猶他に各處の上方には二箇の尺目表ありて、長短管の前面には
 動かし得べき目標ありて、各管中の水銀の昇降に従ふて、上下するを得、
 此等の尺度の方法に因て、二管の水銀の表面の差違を測るとを得、此水
 銀の表面の差違は驗氣器水銀が指したる高さなり、
 此驗氣器時雨儀を他の場所にて運轉するとき、非常の動搖を感じる
 を以て之を防がんには、二箇の長管及び短管を連絡して毛細的の管
 を有すべし、此裝置の若し器械が傾けらるゝときは、短管より長管に穿
 通する所の空氣の水球を出來得る丈け防く者なり、

第八節 驗氣器の最要質

凡そ驗氣器に就て最も必用ある條件は左の如し

第一 トリセリー氏の玻璃管屢々前に述べたりの頂上真正に真空
 あるを要す、然らずんば空氣或は水蒸氣の如き物體は已れの彈力
 を逞ふし、水銀の昇降に大に妨害を興ふべし

第一 水銀の純粹なるものを使用すべし、

蓋し水銀の容量の高さは獨どり氣壓の強弱にのみ關するにあらす水銀の比重に従ふて差違を來すものなり、若し亞鉛の如き金屬あり水銀中に混せらるゝときは、いかに氣壓は弱ふも管中の水銀低降せず、直ちに氣壓の爲めに壓上せらるゝものと思ふべし、純粹なる水銀とは管中に於て水銀を煮るにあり、

第二 一度目表の設置に注意すべし、即ち開口したる管中の水銀面より上部に位する閉塞管中の水銀面より上部に位する閉塞管内の水銀の柱に度目を賦置す、蓋し開孔せる管中の水銀の高さと同一なる閉塞管中の水銀の高さは、連通器の定則に従ひ自己のみ平均すべきを以て之より已上の水銀柱は氣壓の爲めに壓上せられたるものなるか故に、開口管の水銀の高さを以て零度とすべし、

第九節 驗氣器の中度及び變易

驗氣器の高さは絶えず變易するものにして、其最高の度と最低の度は佛國巴理に於て計られたるが、殆ど最高の十三分の一なりしといふ、吾人が北極に至るに従ふて變易益大にして、赤道に近くに從ひ變易の度僅少となる、驗氣器は一名晴雨計と稱す。

一定の場所に於て中部則ち概畧の高度は觀察數度を経るに非らざれば、知る能はず、若し吾人は一日間毎時の觀察を爲し、其度を總計し、二十四時間にて之を除するときは、一平均の大氣平溫度を得べし、此溫度は眞夜の觀察したる溫度と比較するも左程の相違あかるべし、今又一ヶ年間、毎日大氣溫度の平均を總計し、三百六十五日にて除するときは、一年間一日平均の大氣溫度を得べし、

海面上平均溫度は屢々吾人が示したる如く三十イソツナの高度なり、驗氣器に於て觀察せられたる變易の原因は其上壓を爲し空氣の一行の重量の變化に因る、元と大氣は全體に確定し居るものなるを以て若

し地球の表面上或る場所に於て緻密とあり重くなるときは必ず他の場所の空氣は稀薄とある、此等の事實は驗氣器に因て確かむるを得べし

驗氣器上空氣の一行重量の變化を來すの原因は溫度の變化にあり、若し一の場所に於て溫度高めらるゝときは空氣は擴張し而して其膨脹力は周圍の空氣より大なる迄上方に昇り、近隣の分子間へ流入す、又之と反對の場合に於て溫度の減少を來すときは、空氣は凝縮して緻密とあり其分子間へ他の空氣は流れ來りて填充すべし、驗氣器空氣の膨脹する所には落ち而して空氣の緻密あるときは、上昇すべし、蓋し空氣緻密あるときは、從て壓力強くあるを以てあり、

驗氣器は天氣豫報として之を用ふるを得べし、若し天氣晴朗あるときは高く昇り而して曇天に於ては沈降すべし、驗氣器の傾に落ちるは將に暴風の到らんとする前兆にして而して不意の上昇は通常は

晴朗ならんとするの兆候なり。

吾人は更に進んで驗氣器を以て土地の高低を測量する方法を述べんとす、即ち高處に登るに隨ふて、周圍氣柱は漸々に減少せざるを得ざるは自然の理にして、氣柱つよく短ければ氣壓愈減し驗氣器に感ずるの力愈々弱し、

驗氣器を應用して最も要用あるもの、一は海面の平均上より一場所の高度を測量するとは是あり、

吾人が海面上より昇るに從ふて空氣の壓力は減し而して驗氣器は下降すべし、富士山の如きは海面上一二五五尺餘にして、其傾に於ては水銀柱の高さ几そ一尺五寸なりと、故に一度の定準したるものありてたとへば富士山は一尺五寸にして海面上一二五五尺あるか故に他の山に上はりて其水銀の高低を見るときは、直ちに推論して海面上幾何程あるやを知るを得べし、

吾人は今其度數及ひ天氣の種類を別けて諸君に示す、

インチ	種名
二八七八	暴風
二九一三	雨天
二九四八	雨或は風
二九八四	未定時々變動す
三〇一九	好天氣
三〇五四	靜天
三〇九〇	曇天

第十節 大氣の高度、壓力の傳播

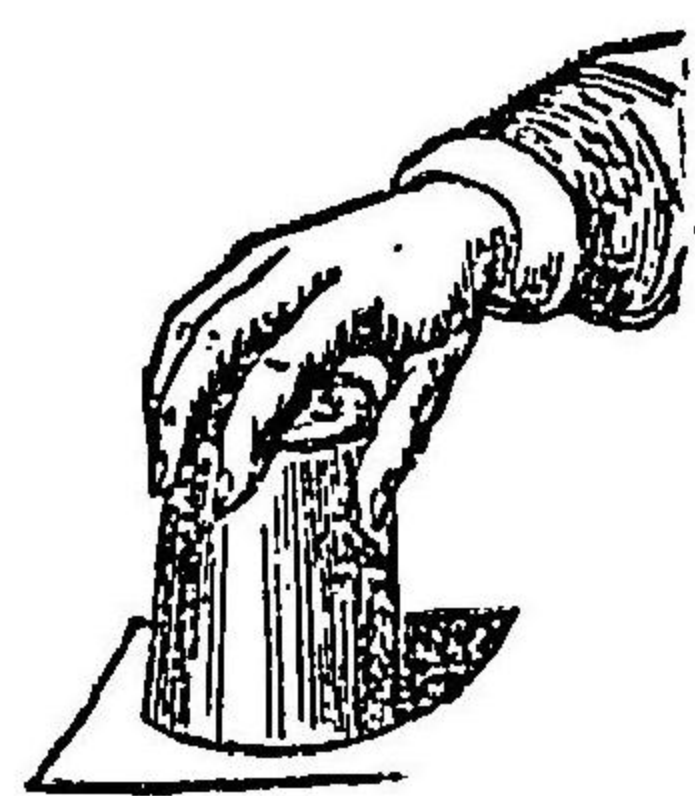
地球の表面上に於て空氣の密度ハ水銀より輕ろき一〇、四〇〇倍あり、若し今吾人の上方に登るに従ふて空氣の密度或は重量を減せざりせば、三十インチの一〇、四〇〇倍即ち二六、〇〇〇フートあり詳言すれば

五哩なる可し一哩ハ我國十四丁半十三間一尺三寸六分然れども上方に至るに従ひ速かに重量を減するを以て眞の高さは猶は餘程大あるものにて、其高さ四十五哩位に至る可しといふ。

瓦斯并に其他の液體は凡ての方向に壓力を傳達するものにして下方にて感するのみならず、何處の場所を擇はず其壓力を傳達すべし嘗てマシアボールの半球を合したる圓形を斜に縦に横に之を引くも皆同一の力を以て之を引かざれば、離るゝとさかりき。

試驗 今一器に水を盛りて的宜の硝子管を其中に挿入するときは、別段の變化を見ずと雖も、今若し此管の上端を口中に噛み管中の大氣を吸上するときは、水は管中に昇り之と吸ふといよく強ければ其水遂に口内に達す、是れ最初は管中の氣と外氣と平均して異狀ありしと雖も、管中の氣を吸上するの際其大氣をして稀薄ならしめ、外氣と平均する能はず、壓力遂に偏勝して水を口中に吸込むとを得る事

(圖一十五第)



又上方に向ふて壓力を逞ふするの例を擧げんに
飲水硝子を取り水を滿盛し蓋ふに一片の紙を以
てし且つ手掌にて固く其上を掩ひ之を倒置して
手掌を離すも大氣上壓の爲めに水ハ漏洩すると
さし則ち第五十一圖に於て之を見るべし、

以上に陳べたる如く氣壓は四方に傳播するものにして而して一
ニナ四方の表面は十五磅の壓力を施すものなるを以て、人體の全部
に向つては非常に大なる壓力を受く可し、今人體は二千インチ四方
の表面を有するものとすれば、氣壓は三〇、〇〇〇磅即ち五噸(一噸は
二百七十二貫余)あり斯く吾人は高大なる壓力を受けながら何故に
壓壞せざるやの問題起るべしと雖も、此力は人體表面に分配さるゝ
のみならず、人體の網膜より通洞して分配されたる體中の瓦斯及び

空氣は彈力を逞し、外部の氣壓に抵抗するを以てあり、

コリオテ一氏の法則 氣體は前陳の如く壓力を傳播するものなるが、さ
て又瓦斯或は水蒸氣の容積は今一度壓縮せらるゝや其小なる場所内
に壓縮せらるゝ同時に又其張力を増すものなるを以て、若し容積を増す
ときは其張力は減省するものとす、

張力が増減するの法則は、最初マリオテ一氏の發明するに所にかゝる
故にマリオテ一氏の法則と云ふ、

吾人は更に同氏の法則を詳言すべし、

密閉せる器中に填充せられたる大氣の容積は壓力に倒比し其彈力
は壓力に正比す、

今Aを以て壓力を示し、其壓を受くる所の氣體の容積を示すにBを以
てし而してAある壓力を受くる容積を示すにCを以てすれば左の數
式を得べし、

$b:c = a:A$ or $ca = b:A$

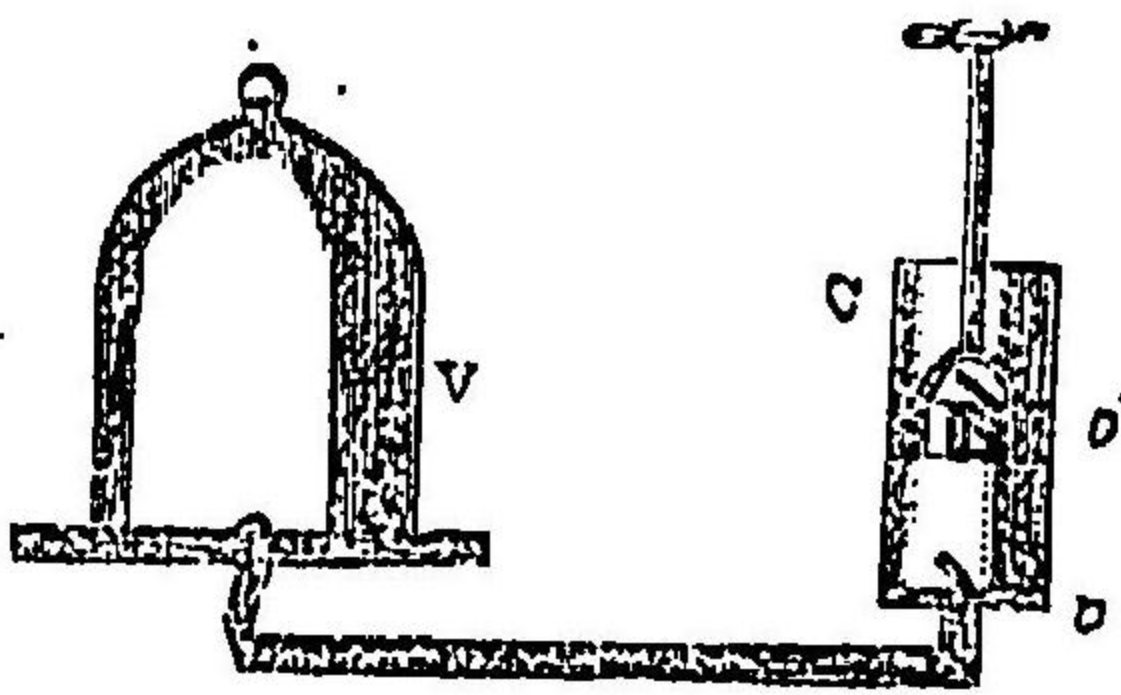
此式に就て考ふれば、上文の理益明確とあるべし、

第十一節 排氣器噴水器

吾人は屢々排氣器の方法によりて空気を排除することを説けり、然れども未だ排氣器の構造につき一言せざりしを

以て茲に其最も簡單なる者の装置を示さん
とす、先づ第一に瓣なるものを知らざる可からず、瓣は孔を塞く所の戸にして密に孔と適合し、且つ一方側へば上方のみに開くことを得るあり、第五十二圖に於て左方に空気を充たしたる排氣鍾ありて密に板と合着す、又一の管ありて、其一端は板の中心に於て鍾内に開き、他端は右方の圓柱内に開き、以て圓柱と鍾とを聯絡せしむ、又此圓柱

(圖二十五第)



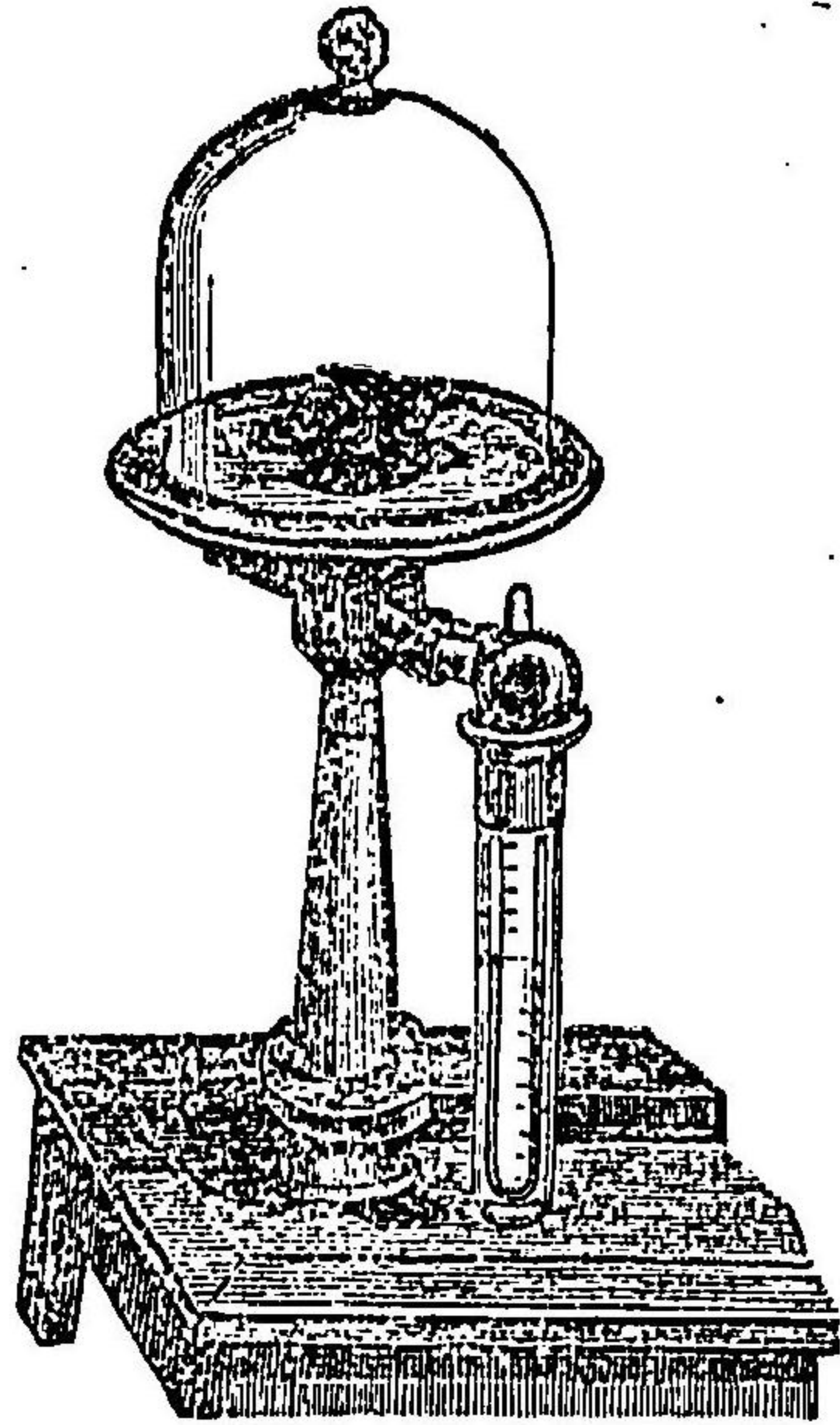
内に上下する唧子あり、又二個の瓣あり、一個は即ち管が圓柱に入りこ

内に上下する唧子あり、又二個の瓣あり、一個は即ち管が圓柱に入りこむ處にありて、一個は唧子中にあり、共に上方にのみ開くを得ず、始め唧子は圓柱の底にありて、辨を閉ちたるものとするときは、先づ唧子を引上ぐるときは、其下に真空の場處を生じ、四方の空気が之を充たさん、す、上方の空気が此空處に押入らんとして、上の瓣を壓するが故に、辨は如何に閉ちるも、下方に開くと能はざるを以て、空気が空處に入込むと鍾はず、鍾内の空気が管を通りて走り出で、下の瓣を押上げて上方に開き、空處に入込むあり、さて唧子は圓柱の上端に達し、既に下り始むると假定せよ、吾人が唧子に與ふる壓力は、之を空気に與へ、空気が之を下の瓣に與へ、辨は爲に閉ちて、圓柱内の空気が排氣鍾の方に進むと能はず、然れども此空気が上の瓣を押開くことを得るが故に、唧子に押下すときは、唧子の下なる空気が上の瓣より逃れ出づ、此逃れたる空気が、元と鍾内にありしものにして、一度唧子を上下するとき毎に、鍾内にある空

氣の一部は抜き去られ、再び唧子を上下すれば前と同一ある順序を以て鐘内の空氣の一部は再び抜き去らるべし尤も此場合には、唧子は十分緊しく圓柱との合せさるべからず、若しかくせざるときは空氣は外部より入込み、内部の空氣を抜き去ること能はず、排氣器の形には種々ありて一々枚舉に違わらずと雖も要するに吾人か前陳したる装置の原理に外ならざる也、排氣鐘は實に吾人に必要ある空氣の事を示すに於て是も必要なるものにして、吾人が生活し運動し以て生命を保つ所以は實に空氣の供給あればなり、若し空氣あるものなければ吾人は直ちに生命を絶つ可し、今吾人は排氣鐘の方便によりて、其空氣か動物に如何なる關係あるやを一層明了にせんとす、

第五十三圖は則ち鳥を排氣鐘に入れたる後、其鐘内の空氣を排出するときは直に死すべし、是れ空氣の動物に闕くべからざるを知るに至らん、動物中鳥は尤も早く死するものにして、侂行動物即ち羽虫の如きは、

(圖三十五第)

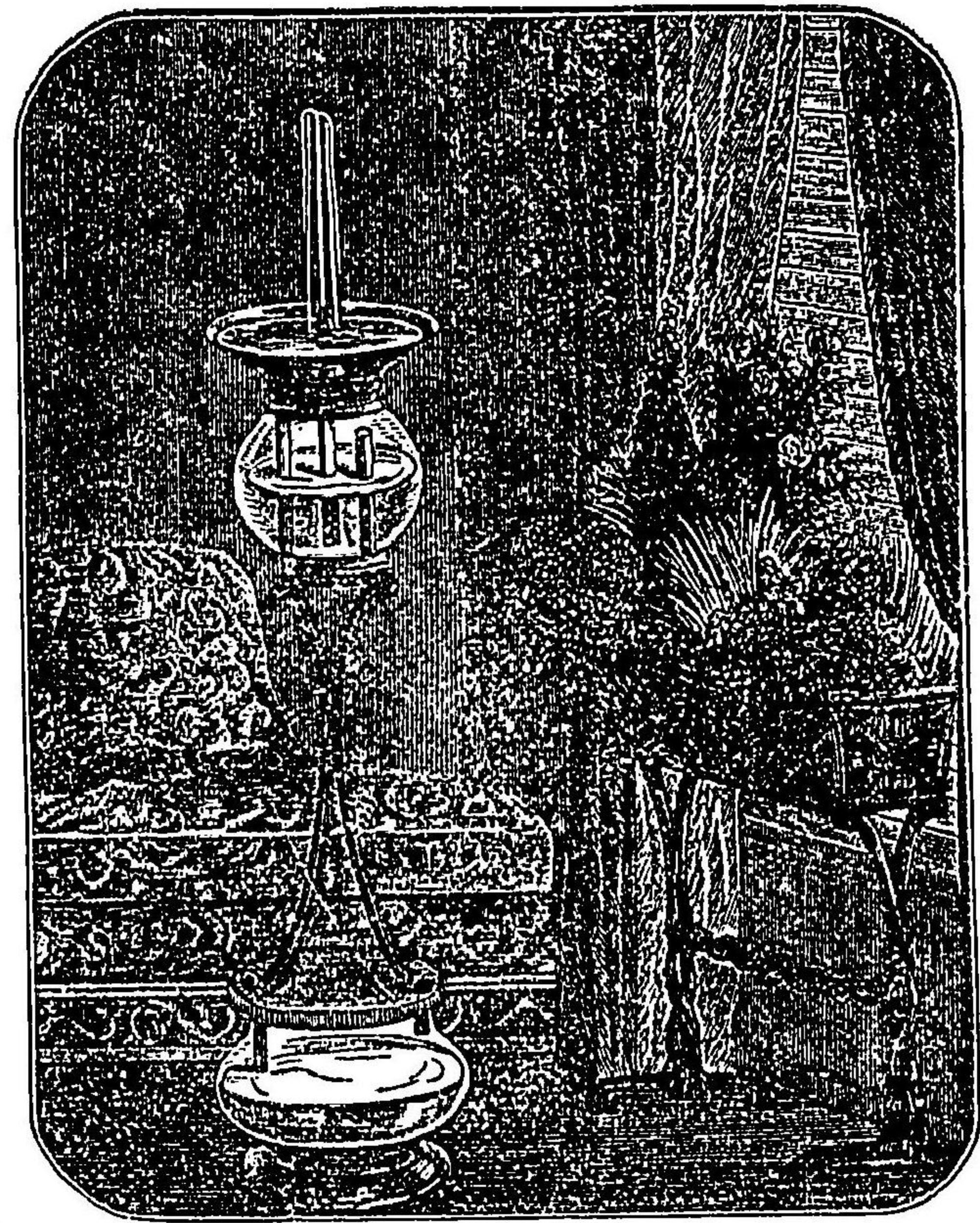


最も長く生命を保つものなり、今羽虫を捕へ來りて鐘内に入れ、其鐘内の空氣を排除するも容易に死せず、是等の侂行動物は僅少の空氣にて生活し得るものあればあり、

噴水器の氣壓の強力の爲めに管の形状に従ふて上方に噴出せしむる装置を云ふ、此等の噴水器中尤も有益にして面白き装置は、世上に知られたるヘーローの噴水器にして、其の發明者は紀元前百二十年に生れたるアレキサンドリヤのヘーローと云ふ人あり、余は今ヘーロー氏の噴水器の事をのぶるに先たち、諸君が平素遊具に用ふる水出しの事を述べし、今水を充てたる器中に曲管を入れ、外に出てし管の先きを少しく吸へば水は傳へ來るべし

又其管の孔を小にすれば水は一層勢よく噴出するなり蓋し器中の水は常に氣壓の爲めに表面は壓され其力は實に大なるもの故若し一方ふれて空氣の壓力減するときは他へ逃走せんとす今其噴出管は水中にある管の一端より低ければ低きに從

(圖四十五第)

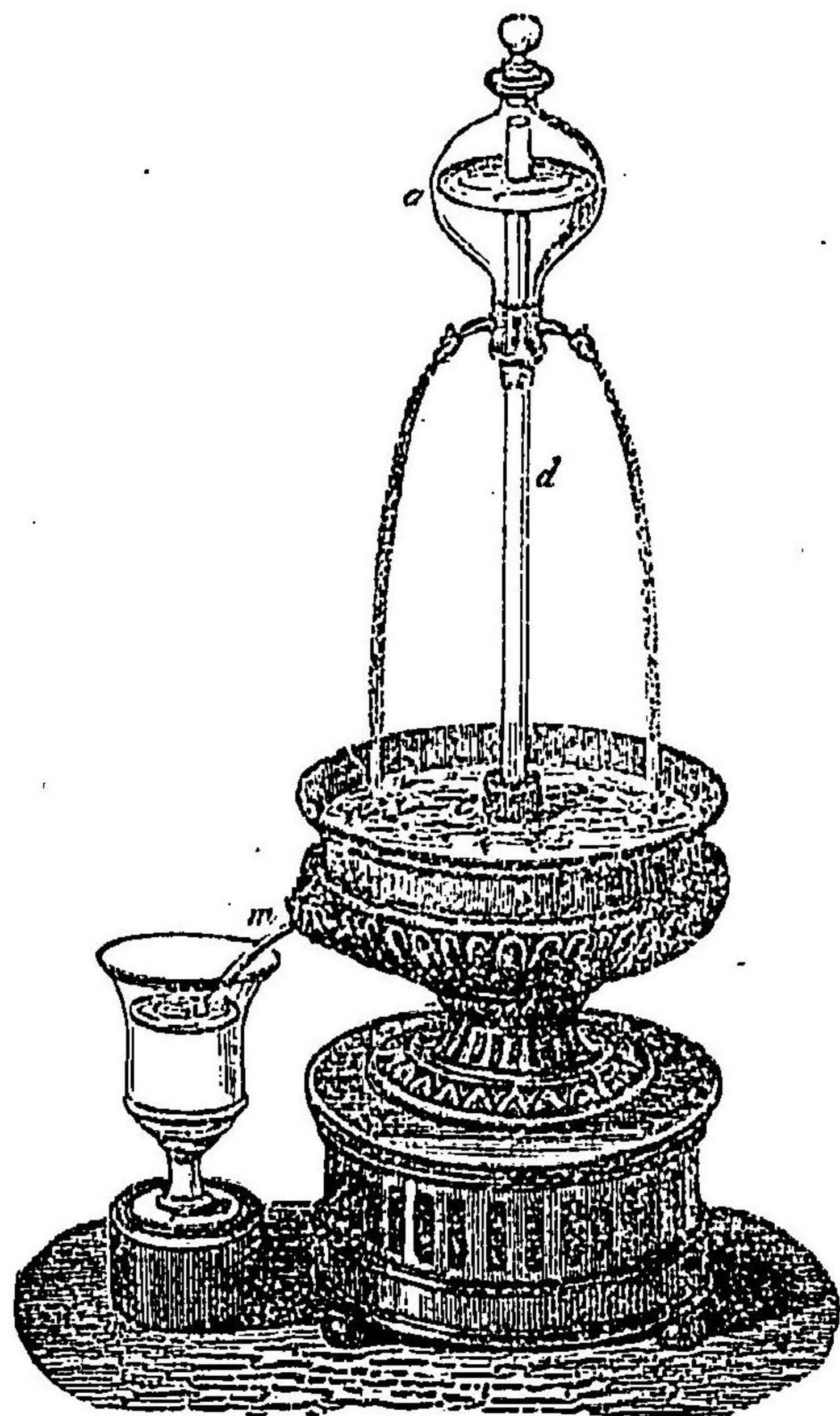


ふて水は高く噴出するあり、

余は是よりヘーロー氏噴水器の裝置を示さん此噴水器は坐敷の裝飾品として甚だ宜し上下に二個の玻璃球ありて其間には二體の金屬製の管に因て連絡せり上の球の頂には黃銅製の水鉢あり又水鉢の真中を通りて管は上の球へ挿し込みたり今此器械を使用するには最初其真中の管を抜き此孔より上の球に水を充分注入して元どの如く管を再び挿入し下の球は唯空氣あるのみあり又上の鉢に水を入れるべし然る時は水鉢内の水は自己の重量の爲め上球左部の管を通して下の玻璃球に流れ込むと左方の矢頭にて示すか如し而して下球の内部にある空氣は水に壓され圖中右方の管に沿ふて昇り上球へ逃げ込むべし即ち矢頭にて示すか如し然るに上球内の空氣の壓は其水面上に働き爲めに空氣に壓されて上球の水は噴水管を通つて噴出し遂に數時間立派なる水出しを爲すなり、

間斷噴水器 此噴水器は時々噴出し或は止み一定の時間を経て再び

噴出する者にして實に人工噴水器として面白く又有益なる者あるが、又遣般自然に出づる噴水を見るとあり、此装置は第五十五圖に見るか如く上方に(a)硝子球あり、其球の下方には二つの口左右に開き而して



(圖五十五第)

をみたす時は水鉢中の水は左の口より流出し、dある管の根元のc穴

a球と下の水鉢を連絡す、又水鉢の左の下部にはmある口あり、今上球の口を取り水を充たし又下の水鉢に水

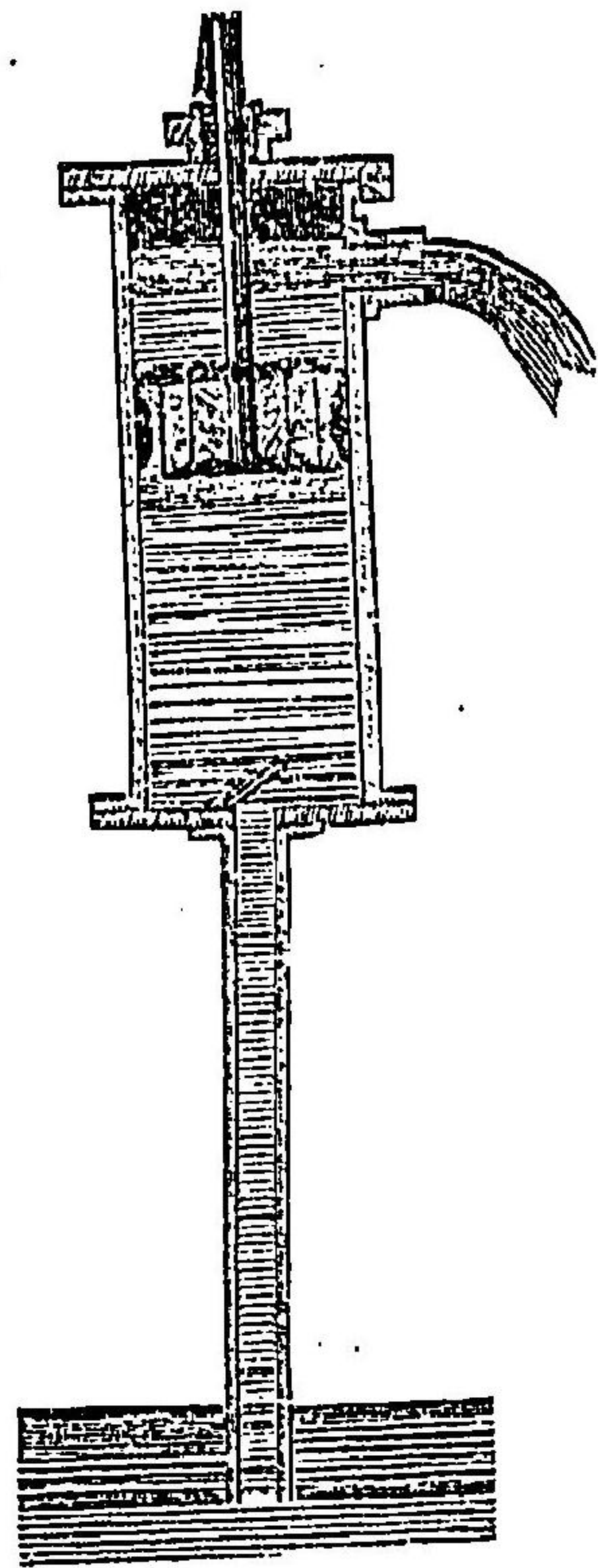
は顯はれ出て水面より上にあるべし、此時此外孔より空氣は上壓して上の球へ入り込むを以て此の氣壓の爲めに球中の水は兩方の口より流出し、遂に下の鉢へ落つるとあり、今上方の左右より流下する水、水鉢に充滿すれば其dなる管の根元の穴は蓋はれ空氣、又此穴より上壓すべからず、故に上球内の水は壓せられず、従て左の口より落下するときは、然れども水鉢内の水は絶えず左方の口より出づるを以て従てcある穴顯はるゝときは、又氣壓は穴より入り込み、aなる球内の水を壓するを以て再び左右の口より流下すべし、勿論aある球の下部にある左右の口はmなる口より大からざる可からず、

第十二節 唧筒

唧筒は通例氣壓の助けによりて、低所より高所に水をあげるの器械にして、若し之が種類を分つときは、吸上唧筒及び壓搾唧筒に別つべし、と雖も余は唯其簡單なるものゝ装置を示し、詳細ある器械装置に至つて

は他日に譲らんとす、蓋し空気の壓力は二尺五寸の水銀柱を支ふるに足る、然るに水は水銀より輕きか故に空気の壓力は二尺五寸より高き水柱を支ふべき道理あり、而して空気が吾人が實驗によりて之を徴するに三〇尺の水柱を支ふるとを得べし、

以上の理により諸君に唧筒の作用を理解せしめるべし、第五十六圖は唧筒内部の装置を示したるものにて下部には溜水あり上部に



(圖六十五第)

唧筒の圓柱あり、又別に一管あり、て此二つを連絡せしむ、此圓柱には常に密接に的合する唧子あり

て上方に開く瓣を有す、又圓柱の底には上方に開く瓣あり、故に此唧

筒の装置は排氣器の装置と全く相等し、最初圓柱の底に唧子あり、し此唧子を引き上ぐれば、排氣器に於けるか如く上方の空気が上の瓣を壓して之を閉ぢ、管中の空気が下の瓣を開きて、新に生トたる空気を充たす、次いで唧子を押し下ぐるるときも亦排氣器の如く下の瓣を閉ぢ、唧子の瓣は開き、空気をして逃れ出でしむ、故に唧子を上下すれば圓柱内及び管内にある空気が漸く抜き去られ、其壓力も亦從て減するあり、さて又之に反し外部の空気が常に等しき壓力を以て水溜の水の表面を壓して止まず、管内に空気の壓力は、遂に此壓力に均合すると能はず、從ふて外部の壓力は管内に水を押し上げ、管内の空気が抜かるゝときは、水は全管に満ち、下の瓣より圓柱に入り込然れども水の表面と下の瓣の距離が三〇尺以上あるときは、此の如き事あり、如何となれば前に述べしか如く、空気の壓力は唯三〇尺の水柱を支ふるを得るのみ、故に水柱之より高き時は、空気が最早之を支ふる

と能はず、従つて水は決して圓柱に入り込むとなし、此距離若し二六
 或は二七ある時は、唧筒は甚た工合能く働く可し、今水は圓柱に充ち、
 唧子は降り始むるときは、唧子に加へたる壓力は、水に依りて
 下の瓣に傳はり、瓣は爲に閉ち、水の壓力は、上の瓣を押しあげ、水は唧
 子の上に出づ、次に唧子を引上るときは、此水も共に上り、唧筒の口よ
 り流れ出づ、追て此の如くにして、唧子を上下する毎に、水は唧筒の口
 より流れ出づべし、

吾人が前陳したるものは、凡て皆大氣壓力試験及び之を應用して種々の
 器械を製したるものにして、唧筒の如きは若し之を大にするときは消
 火鎮災の用を爲すと非常に大にして、夏日の如きは庭園道路に水を撒
 布して、吾人に大なる利益愉快を興るものとす、他に猶ほ泳氣鍾なるも
 のあり、凡て大氣は張力を有するに由り、水面に硝子鍾を覆ひ之を水底
 に沈むるも、水敢て鍾内に滲入するとなし、此理に基きて製したる緊要

の一器械あり、名けて泳氣鍾といふ。人は其内に座して海底に沈み海
 港の築造或は海苔の築礎等の事業を営み、或は破船又は失誤に因り其
 海中に沈落したる物品を扛擧する目的に供用す、

其装置は鐵製にて、基底なき一大箱にして、其下部に横架の息盞を製
 し、其上に人を坐せしむる様にす、今之を水中に降する爲めに箱上に
 鐵鏈を繋ぐ、凡そ此器を使用するに當りては、海中に沈入せんとする
 の人先づ其息盞上に坐し、舟子は船上より徐かに鐵鏈を下たして海中
 に入らしむ、此際箱内の大氣は張力を以て水を拒抗し、敢て箱内に入
 らざらしむるが故に、溺死の恐れおしと雖も、箱内咫尺の咫尺間なれば
 大氣を入るゝと多からず、箱内の空氣は人の吐出す炭素の爲め陳敗
 し、隨て呼吸に不利を益へ大に不快を感せしむるのみならず、遂に窒
 息して斃死するの恐あり、故に此危害を防るんが爲に船上より海中
 の箱内に護謨管を通し、絶えず間斷なく新鮮の氣を輸送すれば更に

窒息の患害を受くるときし、又箱内の明透を計り、箱の上面に多数の孔穴をうがち日光を箱内に通せしむ、尤も箱の穴は硝子を以て之を嵌塞す、

茲に注意を要すべきは海底に入るとはいよく深ければ水の上壓力によりて箱内の大氣を壓縮す、其比例は水中に下ると大約十メートルなる時の大氣は其半容に縮小し、二十メートルに至れば原容三分の一に爲り、水は其空氣を填すか爲め箱中に昇騰するを以て若し十メートルより三十メートルと漸次に深降するに従て強大なる壓力を受け、鍾内の氣は益縮小すべきの理あり、故に濃氣の多量を輸送すれば、鍾内の氣濃稠となり、且つ彈力も強盛するに至り、決して水の滲入を許さず、是器械は英國人「エドムンド・ハルレイ」氏にして千七百十六年英國の一船沈没したるに由り、其船中の貨物を収拾せんとて始めて之を實用せりと云ふ、

泳氣鐘の外に濃氣器あるものありて、大氣を稠密にするの器械あれども本篇は紙數限あり、且つ務めて簡易を重ねるを以て之を知らんとするものは高等の他書に期すべし、

第十三節 氣體比重

凡そ氣體の比重を測知せんには、己に大氣の重量に於て論するか如くすれば可なり、即ち今大氣の重量四分グラムを得、次に水素の重量を權りて〇・二八分グラムありとする時は、今大氣の重量四分グラムを以て水素の重量〇・二八分グラムを除去したる者、即ち是れ大氣を一位としたり、水素の比重あり $0.98 = 0.07$ を得、其他の氣體に於ける皆同一あり、又同一の溫度に於ける二種の氣體につき、其彈丸を比較すれば、其彈力の比例は其比重に倒比するものにして、水素の如きは大氣より輕きと大約十五倍あり、故に水素の彈力は大氣の彈力より強きと又十五倍なり、蓋し彈力の強きものは分子擴張するか故に氣孔多く従て重量輕し、

又氣體の比重を測知せんとするには其氣體を玻璃球に充つるの際、
の水分を吸収するの力を有する鹽化加爾斐謨を盛りたる管内を通過
せしめ其氣體か含有し居る水蒸氣を收拾し以て眞の比重を測るべし、
今吾人は大氣を一位とし各種氣體の比重表を掲げて左に示す

氣體	比重	氣體	比重
大氣	一、〇〇	酸化窒素	一、〇四
水素	〇、〇七	磷化水素	〇、九二
窒素	〇、九七	酸化炭素瓦斯	〇、九七
重炭水瓦斯	〇、九七	酸素	一、一〇
鹽素瓦斯	一、二五	炭酸瓦斯	一、五二
輕炭水瓦斯	〇、五六	格魯兒瓦斯	二、四七
亞酸化窒素	一、五三	安母尼亞瓦斯	〇、五九
酸化水素	一、一九	靑素	一、八一
亞硫酸瓦斯	二、三〇	弗爾阿兒水素酸瓦斯	二、三七

第十四節 空氣浮力

管を以て吹きたる石鹼球及び窠の烟の上昇するは、此等の物體が空氣
より輕ろく、從て空氣の浮力の爲めに押し上げらるゝによるものにして、
恰も水より輕きコルシが水の浮力の爲に水面に押し上げらるゝか如
し、

若し吾人をして一層詳論せしめば、アルヒメーデス氏の原理に遡るべ
し、凡そ大氣中にある各種の物體は、已れの占有せる位置より排却せら
れたる大氣に等しき重量を失はざるを得ず、此を以て或物體の重量已
れの排却せる大氣の重量より微小あるときは、輕物の水中に浮ぶに
同しく高く氣中にも上昇すべし、

輕氣球は則ち前條の理に基つきたるものにして、石灰瓦斯或は水素瓦
斯を以て大なる囊に満たせば、之と同容積の空氣より輕くなり遂に空
中に上昇す、此輕氣球十分大となるときは能く數人を載せて支ふると