

ナランニハ、較、小量ノ力ヲ以テ、之レヲ曳キ動カスヲ得ベシ。然ルニ、又此ノ物ヲ氷上ニ置キテ之レヲ試ミナバ、尙且、小量ノ力ヲ以テ、其ノ處ヲ移サシムルニ足ルベシ。右ノ如ク、一物ヲ取り、他ノ物面ニ沿フテ之レヲ曳キ其ノ居ヲ變ゼシメントスルノ働キニ敵スル力ハ、吾人之レヲ摩擦力ト名ヅク。

重物ノ卓ト接スル面平坦ノ度、異ナルヲナケレバ、之レヲ動カスニ要スル力ノ威勢ハ、單ニ該物一己ノ重量ニ準ズ。此ノ重量ヲ以テ、之レヲ動カサントスル力ヲ除シ、所得ノ數ヲ其ノ面、摩擦力ノ係數ト云フ。是コヲ以テ、體ノ重量異ナルヲナケレバ、其ノ摩擦力ノ多少ハ面ノ廣狹ニ關スルヲナシ。茲ニ一枚ノ鐵板アリ、其ノ面積、四平方寸、重量、四斤ニシテ大理石若クハ他ノ滑ナル石上ニ安頓スルトシ、今之レヲ四個ニ均分シ、各個ノ表面ヲ一平方寸トスルハ、其ノ四個中、各個ノ摩擦力ハ何レモ全塊ノ摩擦力、四分之一ナルヲ明ナリ。然ルニ其ノ三個ヲ取り、之レヲ殘ル一個ノ上

ニ重タルハ、最下ニ位置スル一個ノ支撐スル重量、從前ニ四倍シ、其ノ摩擦力モ亦隨フテ四倍トナラザルベカラズ。故ニ此ノ四個ヨリ起ル所ノ摩擦力ハ、未ダ分割セザル時ノ摩擦力ト異ナルナシ、言テ易ヘテ之レヲ云ヘバ、一平方寸ノ底面上ニ安頓スル四倍重ノ摩擦力ハ、四平方寸ノ底面上ニ安頓スル時ト同シ。

然ルニ、右述ブル所ノ說ハ、殆、適切ナルニ近シト雖、未ダ全ク遺漏ナシトスル能ハズ。何トナレバ、物ニヨリテハ其ノ摩擦力、面ノ廣狹ト相關スルヲアレバナリ。れんに、一氏(Rennie)ハ摩擦力ニ就キテ、頗、貴重ノ試驗ヲ爲シ、以テ左ノ法則ヲ發見シタリ。第一、纖維質ノ物即、羅紗類ノ如キ摩擦力ハ、面ト時間トニ由リテ増シ、壓力ト速度トニ由リテ減ズ。第二、更ニ硬固ノ物體、木、石、金ノ如キ摩擦力ハ、面積、時間或ハ速度ニ拘ルヲナクシテ、正ク其ノ重量ノ大小ニ準ズ。第三、總ベテ摩擦力ハ、軟體ニ最大ニシテ、硬體ニ最少ナリ。



體ノ表面ニ脂油ヲ塗レバ、一般ニ摩擦力ヲ減ズ、故ニ蒸氣機關ヲ運轉スルノ場合ニ於テハ、脂肪ヲ塗リ、以テ大ニ其ノ摩擦力ヲ減ズ。

第五十五節。

以上示ス所ノ説ハ、後文ノ端緒ヲ開クモノニシテ、余輩ハ今、固體ニ屬スル諸性ト諸力トヲ考定スルノ本論ニ入ラントス。

結晶組織。

固體ノ初メテ形ヲ成スニ方リテヤ、其ノ作用、徐々トシテ振盪セザルハ、諸物子常ニ順次ヲ正クシテ整列シ、以テ一定ノ形狀アル小體、許多ヲ現出ス、之レヲ稱シテ結晶體ト云フ。例スルニ、沍寒ノ氣候ニ際シ、靜穩ノ大氣中ニ於テ、水、凝結スルハ、其ノ細物子、相結ビテ規則正キ一定ノ形狀ヲ爲シテ結晶シ、以テ雪トナリ、實ニ華麗ノ壯觀ヲ現ハスコアルガ如シ。諸鹽類ノ結晶シテ溶液ヨリ分ルルハ、常ニ看ル所ナリ。又、天産ノ結晶體、實ニ貴重スルニ堪ヘ、人工未能之レヲ造ル能ハザルモノアリ、金剛石及

ビ碧玉ノ如キ是レナリ。

結晶體ニ於テハ、結晶軸ノ方向ニ從フト從ハザルトニ由リ、其ノ諸力、諸性ヲ異ニスルノ例甚多シ。譬ヘバ、あいらんを寒水石ノ結晶ヲ琢磨シテ長形ノ玉ヲ作ルハ、結晶軸ニ從ヒ、縦ニ之レヲ作り、或ハ軸ト正又シテ、横ニ之レヲ造ルニ從フテ、其ノ性大ニ異ナル所アルガ如シ。

第五十六節。纖維及ビ成層組織。

固體中、組織、纖維ヨリ成ルモノアリ、殊ニ有機體ヲ構造スルモノ然リ。木材及ビ許多ノ植物産即チ麻苧ノ如キモノヲ看テ之レヲ知ルベシ。抑、纖維ナルモノ、之レヲ横斷スルハ甚難シト雖、二纖維ノ接合スルモノヲ縦ニ分ツハ甚易シ。例スルニ、木材ノ如キ纖維ノ方向ニ順フテ、之レヲ裂クハ極メテ易シト雖、纖維ノ方向ト交叉シテ、横ニ之レヲ分ツハ易カラズ。又從前嘗テ無纖維ナル物モ、人工ヲ經ルニ隨ヒ、漸ク纖維組織ニ變ズルモノアリ。即チ鍛鐵ノ如キハ、之レヲ製煉スル時、之レニ加フル所ノ人工ニ由リテ、



纖維組織ニ變ズ。又、成層組織ヲ有スル物體ノ一ニテ舉グレバ、雲母、牡蠣殼等其ノ的例ニシテ、之レヲ切斷スルニ方リ、其ノ組織ノ方向ニ隨フテ大ニ難易ノ別アル事ハ、恰モ纖維組織ノモノニ於ケルト一般ナリ。例スルニ、雲母ノ如キハ、一方ヨリ之レヲ切斷スルハ甚易シト雖、他方ヨリ之レヲ切斷スルハ易カラズ。

第五十七節。

固體ニシテ無組織ノモノ亦頗多シ。玻璃ノ如キハ、無組織物ノ一近例ニシテ、封蠟モ亦其ノ一ナリ。蓋シ固體ノ初、構造セラルルヤ、結晶ノ現象ヲ呈セザルモノ多ク之レアリト雖、時ヲ經ルノ久キト振盪スルトニ由リ、物子相結ビテ一定ノ組織ヲ爲スコアリ。故ニ大砲ノ如キ、久ク之レヲ用フルノ間ニ、組織變ジテ脆弱トナリ、終ニ破碎スルニ至ル。是レ其ノ物子漸ク結晶組織ヲ爲スニ由ルナリ。是ヲ以テ之レヲ觀ルニ、結晶組織ハ實ニ天賦自然ノモノニシテ、凡ソ固體ノ物子ハ好機會ノ來ルヲ俟テ、何時トナ

ク、自、此ノ有様ヲ爲サントスルノ傾向ヲ有スルモノナリ。

第五十八節。固體ノ凝聚力。

既ニ説ケルガ如ク、凝聚力ハ體ノ諸物子ヲ結束スル力ノ通稱ニシテ、若シ該力、一朝絶ユルコトアランニハ、宇宙間ノ萬物、悉ク支離散亂シテ粉末ト爲ルベシ。故ニ凝聚力ハ物ノ壞崩セントスルヲ防禦スルノ力ナリ。而シテ今、吾人體ノ物子ヲ引キ裂カントスル片、之ヲ拒ムノ抵抗力ヲ稱シテ之レヲ該體ノ靱性ト云フ。是レ亦、凝聚力ノ一種ナリ。物ノ靱性ヲ試ミニントスル普通ノ方法ハ、之レヲ延バシテ正方ノ線ヲ作り、之レヲ截斷シテ精密ニ其ノ口徑ノ大小ヲ度リ、一端ヲ堅牢體ニ懸ケ、重物ヲ他端ニ加フ。此ノ如クシテ試ムル片ハ、物ヲ破ル重量ハ其ノ口徑ノ大小ニ準ズルコトヲ看出スベシ。譬ヘバ一體アリ、其ノ口徑、一平方みりめトスルニシテ、之レヲ破ル重量、十きろぐらむナランニハ、若シ其ノ口徑、二平方みりめトスルナランニハ、之レヲ破ル重量、二十きろぐらむナル等其ノ他之レニ準ズ。



是ヲ以テ、韌性ノ強弱ヲ知ラント欲セバ、一條ノ正方線ヲ作り、先其ノ口徑ノ大小ヲ一定シ、譬へバ線ノ口徑ヲ一平方みりめーとるト定メ、之レヲ破ルニ要スル重量ノ多少ヲ以テセザルベカラズ。

然リト雖、右ノ試験ニ在リテハ、時ノ久暫ニ由リテ、其ノ成績ニ差異ヲ生ズルガ故ニ、時限ヲ一定スルノ事、亦頗肝要ナリ。例スルニ、一體アリ、錘ヲ以テ、其ノ韌性ノ強弱ヲ試ミンニ、之レヲ懸クルト須臾ノ間ヲ過グルトナクンバ、能之レニ耐ヘ得ルト雖、之レヲ垂レテ久キヲ經レバ、終ニ破ルルニ至ルトアルベシ。

為<sub>レ</sub>、ウ<sub>レ</sub>、る<sub>レ</sub>、せ<sub>レ</sub>、い<sub>レ</sub>、む<sub>レ</sub>、氏 (M. Wertheim.) ハ物ノ韌性ヲ知ランガ爲ニ、數種ノ金屬ヲ伸ベテ直徑、一みりめーとるノ線ヲ作り、許多ノ試験ヲ爲セリ。次ギニ舉グル表ハ、氏ノ發見シ得タル成績ヲ示スモノニテ、表中、上段ニ列スル數ハ緩ニ破ルノ重量、下段ニ列スルモノハ、急ニ破ルノ重量ニシテ並ニきろぐらむナリ。

鉛線	同 燒キチ戻セルモノ	二〇七	二三六
錫線	同 燒キチ戻セルモノ	一八〇	二〇四
	同 燒キチ戻セルモノ	二四五	二九四
	同 燒キチ戻セルモノ	一七〇	三五七
金線	同 燒キチ戻セルモノ	二七〇〇	二八四〇
	同 燒キチ戻セルモノ	一〇〇八	一一一〇
銀線	同 燒キチ戻セルモノ	二九〇〇	二九六〇
	同 燒キチ戻セルモノ	一六〇二	一六五〇
亞鉛線	同 燒キチ戻セルモノ	一二八〇	一五七七
	同 燒キチ戻セルモノ	四〇三〇	一四四〇
銅線	同 燒キチ戻セルモノ	三〇五四	四一〇〇
白金線	同 燒キチ戻セルモノ	三四一〇	三一五五
			三五〇〇



同 燒キチ戻セルモノ	二三、五〇	二七、七〇
鐵線	六一、一〇	六五、一〇
同 燒キチ戻セルモノ	四六、八八	五〇、二五
銅線	七〇、〇〇	九九、一〇
同 燒キチ戻セルモノ	四〇、〇〇	五三、九〇

右ノ表ニ據ルニ、急ニ物ヲ破ルニハ、常ニ緩ニ之レヲ破ルヨリモ強大ノ力ヲ要スルヲ看ル。以テ時ノ久暫ニ由リテ、成績大ニ異ナルヲアルト云フ説ノ眞確ナルヲ證スルニ足ルナリ。

今、又、木材ノ韌性ヲ檢スルニ、其ノ纖維ノ方向ニ從フテ、之レヲ破壊スルニハ、他ノ方向ニ於テスルニ比スレバ、更ニ幾多ノ力ヲ要セザルベカラズ。マッセンブルク氏(Maschenbroek)ハ木材ノ韌性ヲ知ランガ爲ニ、多クノ試験ヲ爲シタリ。次表ハ氏ノ驗知シタル成績ヲ掲グルモノニシテ、數種ノ木材ヲ以テ、正方線ヲ作り、其ノ口徑ヲシテ、皆、一平方みりめトス。

樅	自六至八	山毛櫸	八
白楊	自六至七	黃楊	一四
樅	自八至九	梨樹	六
秦皮樹	一二	まほがにー樹	五
榆	一〇、四〇		

ナラシメ、之レヲ破ルニ要スル重量ヲきろぐらむニテ示ス。

然リト雖、諸體其ノ物子ヲ離解セントスル力ヲ受ケ、皆立ニ破ル、モノニアラズ、力ヲ用フルヲ其ノ久ケレバ、其ノ形狀、次ヲ逐フテ變更シ、以テ漸抵抗ノ威勢挫ケ、終ニ破ル、モノ頗多シ。其ノ形狀ノ變更スルヲ著然ナルモノニ至リテハ、下端ニ懸クル重錘ノ爲ニ伸暢シテ、一條ノ絲トナルモノ間、之レアリ。

第五十九節。延性。

延性ハ力ヲ用ヒテ物體ヲ延ブル中、其ノ形狀ヲシテ永久變更セシムル



力徳ヲ有スル一性ナリ。例スルニ、封蠟ノ如キハ、之レヲ文火ニ煖ムルハ、之レヲ延バシテ絲狀ヲナサシムルヲ甚、易シ、玻璃ノ如キモ、高度ノ熱ヲ受クレバ、亦然リ。之レニ反シテ、鐵或ハ鋼ニ至リテハ、之レヲ延バシテ長キ細線ヲ作ルニハ甚、大ナル力ヲ要ス。

第六十節。展性。

展性ハ延性ノ一種變形セルモノナリ。體ニヨリテハ、之レヲ延ベテ細絲ト爲シ得ベカラズト雖、之レヲ鎚打シテ薄板ト爲シ得ベキモノアリ。是レ展性ヲ有スルニ由ル。諸金屬中、黃金最、展性ニ富ム。之レヲ鎚打シテ薄葉ト爲シ、一葉ノ厚サ唯、僅カニ、〇〇〇〇八みりぬゝとるナラシムルヲ得ベシ。

第六十一節。脆性。

體ヲ壞崩スルニハ、其ノ方法、許多アリ。一撃ノ下、立ニ壞崩スルモノアリ。此ノ如ク、容易ニ壞崩スル體ヲ稱シテ脆性ヲ有スト云フ。硝子ノ如キハ、

實ニ此ノ性ニ富ムモノナリ。今夫、硝子板ヲ平壓スルハ、其ノ之レニ堪フルヲ紙葉ニ勝ルト雖、之レヲ一撃スレバ紙葉却テ破レザルニ、硝子ハ輒破ル。又、脆體ニ在リテハ、其ノ面ノ一部ヲ搔傷スルノミニシテ、解體スルモノアリ。

第六十二節。硬性。

礦物師ノ常ニ唱フル硬性トハ、一物、他物ノ爲ニ搔傷セラレザルノ性ヲ云フナリ。是、ヨチ以テ、甲乙丙、異ナル所ノ三體アランニ、甲、乙ト摩シテ其ノ外面ヲ傷ツケ、乙、丙ニ觸レテ之レヲ傷ツクルハ、之レヲ目シテ甲ハ乙ヨリモ硬ク、乙ハ丙ヨリモ硬シト稱スルナリ。

現今、吾人が知ル所ノ諸物中、其ノ最、硬キモノハ、金剛石ナリ。今其ノ璞ヲ獲テ、之レヲ琢磨セントスルモ、他物ノ硬性、能、之レニ敵スベキモノナキガ故ニ、到底、該石ノ屑粉ヲ以テ、之レヲ琢磨セザルヲ得ズ。硬性ハ數ヲ以テ、精細ニ之レヲ算スル能ハズト雖、一表ヲ作り、之レヲ用ヒテ容易ニ硬







第六十四節。彈性。

余輩前文ニ於テハ、固體ヲ破壊スルノ諸力ヲ論ジタリト雖、總ベテ力ヲ固體ニ加フレバ動カスレバ、皆之レヲ破壊スルニ足ルト云フニアラズ。若シ其ノ加フル所ノ力、強キニ過ギズシテ之レヲ去ルルハ、其ノ物、前形ニ復スベシ。然リト雖、茲ニ一定ノ際限アリ、一時、力ヲ之レニ加フルモ、該際限ヲ越ヘザルヨリハ、善ク前形ニ復ス、若シ該際限ヲ越ユルニ至レバ、其ノ形狀永ク變ズ。吾人ハ該際限ヲ名ツケテ十分彈性ノ際限ト云フ。彈性トハ物ノ前形ニ復セントスル傾向ヲ云フナリ。

若シ吾人、物ニ力ヲ加ヘテ該際限ノ外ニ出ヅルコトアレバ、其ノ物、固有ノ形ニ復セザルノミナラズ、其ノ質漸ク變ジテ柔弱トナリ、終ニ加フル所ノ壓力ノ爲全ク破却スルニ至ル。

是コトヲ以テ、橋梁等ノ如キ大土木ノ功ヲ起スヲ具訣ハ、其ノ擔フベキ最重ノモノモ橋梁ノ十分彈性外ニ出ヅルコトナキヲ定ムルニアリ。

余輩既ニ云ヘルガ如ク、固體ニハ十分彈性ノ際限ヲ越ヘザレバ、物子ノ位置ヲ轉動セントスルヲ拒ムニ數様ノ力アリ。今之レヲ左ニ畧説セントス。

第六十五節。伸暢ニ敵スル力。

一平方みりめトスル長サ一めトスルノ棒アリ、之レヲ直垂シ、重物ヲ下端ニ懸ケ、上端ヲ堅牢體ニ繋ギ、又、重量、一きろぐらむヲ以テ、力、一トシ、此ノ一きろぐらむノ重量、右ノ棒ヲ伸バシテ其ノ長サヲ増ス、百分一みりめトスルト看做サンニ、若シ其ノ重量、二きろぐらむナランニハ、棒ノ長サヲ増ス、百分二みりめトスルナルベキナリ。此ノ如ク棒ノ伸ビテ其ノ長サハ増スハ、加フル所ノ物ノ重量即チ力ニ準ズベシ。是レ固體、伸暢ノ第一法則ナリ。

次ギニ固體、伸暢ノ第二法則ニ云ハク、棒ノ伸ビル多少ハ、其ノ全長ニ準ズト。今、長短、二條ノ棒ヲ伸バサントスルニ、之レヲシテ同寸方ニ長サヲ



増サシメントスルニハ、短キモノハ長キモノニ比シ、物子ノ離開スルコト更ニ大ナラザルベカラズ。是コヲ以テ、短キ棒ニ於テハ、長キ棒ニ比シ、一層強キ力ヲ加ヘザルベカラザルコト明ナリ。是レ第二法則ノ因テ起ル所ニシテ、若シ上ノ棒長サニめーとるナランニハ、一きろぐらむノ力ヲ用ヒ、其ノ伸ビルコト百分二みりめーとる、又、二きろぐらむノ力ヲ以テスレバ、其ノ伸ビルコト百分四みりめーとるナルベシ。

終リニ至リ、第三法則ニ云ハク重量即チ力ハ爲ニ棒ノ伸ビル多少ハ、其ノ口徑ト反比チ爲ス、何トナレバ、上ノ棒ヲシテ口徑、二平方みりめーとるナラシメバ、之レヲ伸バシテ其ノ長サ百分一みりめーとるチ加ヘントスルニ、二倍ノ力即チ二きろぐらむノ重量ヲ要シ、口徑、三平方みりめーとるナランニハ、三倍ノ力即チ三きろぐらむノ重量ヲ要スベケレバナリ。斯ノ如ク口徑多キチ加フルニ從フテ、其ノ力強キチ増サマルチ得ズ。詳ニ之レヲ云ヘバ、口徑、前ニ二倍セバ、一きろぐらむノ力ノ爲ニ伸ビルコト前

ノ二分一、口徑、三倍スレバ、其ノ伸ビルコト三分一ナルベシ。以テ力ニヨリ棒ノ伸ビルコト、其ノ口徑ト反比チ爲ス所以チ知ルベシ。

第六十六節。短縮ニ敵スル力。

物ヲシテ撓マズシテ、短縮セシメントスルハ、頗ル難事ト云フベシ。然リト雖、試験ノ法宜キニ適スレバ、力ヲ用ヒ、之レヲ短縮スルノ量ヲシテ、反對ノ方向ニ於テ、之レヲ伸バスノ量ト同ジカラシムルチ得ルナリ。余輩ハ前節ニ掲出スル法則チ以テ、獨體ノ伸暢ニ敵スル力ノミナラズ、其ノ短縮ニ敵スル力ノ如キモ、併セテ之レヲ精密ニ測算スルチ得ベシ。其ノ全長ニ比シテ伸縮スル割合ハ、體ノ質ニ從フテ異ナルト雖、同質ノモノニ在リテハ、長短ノ異ナルニ論ナク、全長ニ比シ、其ノ伸縮スル割合、一定シテ動カズ。次ギニ載スル表ハ悉く、うゑるせーむ氏ガ攝氏十五度乃至二十度間ニ於テ、爲シタル試験ニ據ルモノニシテ、數種ノ金屬ヲ延キ延バシテ棒ト爲シ、以テ其ノ伸縮スル割合チ全長ニ比シ、全長ノ分數チ以テ



之レヲ示ス。

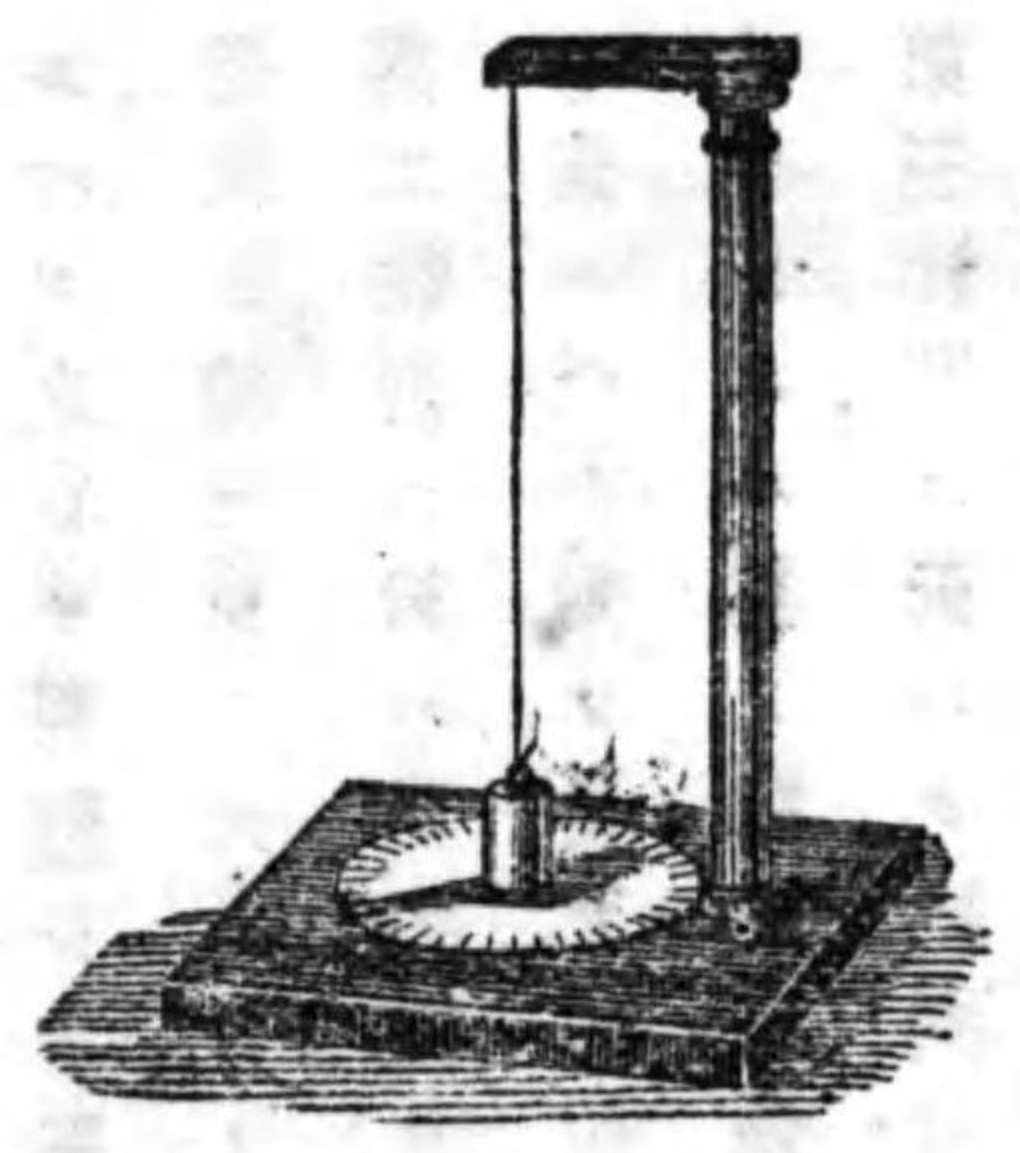
鉛	一七二七分一。
黄金	五五八四分一。
銀	七一四〇分一。
銅	一〇五一九分一。
白金	一五五一八分一。
鐵	二〇七九四分一。
鋼	一八四二〇分一。

此ノ表ニ於テハ、口徑ヲ一平方みりめトシ、伸縮力ヲ一きろぐら  
 びト定メテ算スル所ナリ。譬ヘバ一きろぐらむノ重量ヲ口徑、一平方み  
 りめトシ、黄金條ニ施スルハ、其ノ伸縮スルノ全長ノ五五八四分一  
 ナルガ如シ。蓋シ吾人ハ該表ヲ本位トシ、伸縮力ノ強弱ト棒ノ長短ト其ノ  
 口徑トヲ變化スルコアルモ、前節ノ三則ニ據リ、亦均ク其ノ伸縮ノ多少

ヲ算出シ得ベキナリ。

第六十七節。撓振ニ敵スル力。

第二十圖ノ架臺アリ、其ノ頂ヨリ突出セル横木ニ一條ノ索ヲ垂レ、分銅  
 ナ索ノ下端ニ結ビ、該分銅ノ下部ニ指針ヲ附ス。而シテ臺ノ板面ニハ、別  
 ニ圓板ノ周圍ニ分度ヲ刻セルモノアリ。指針、周圍スルルハ、此ノ分度ヲ



第二十圖

指シテ、周圍ノ多少ヲ認ムルノ仕掛ケナ  
 リ。今、索ヲ放チテ之レヲ支フルモノナク、指  
 針、安定シテ一方ヲ指ストシテ論センニ、  
 是コニ於テ、指針ヲ周圍スレバ、索之レヲ  
 拒ムベシ。此ノ力ヲ稱シテ撓振ニ敵スル  
 カト云フ。而シテ撓振ニ敵スル力ノ強弱  
 ハ、指針ノ周圍スル角度ノ多少ニ準ズ。是レ撓振ニ敵スル力ノ第一法則  
 ナリ。例スルニ、安定ノ一點ヨリ指針ヲ動カシ、之レヲ周圍シテ九十度ニ



至リ、撚振ノ力ヲ去ルルハ、指針ヲ原位ニ復セントスル力ハ、之レヲ周廻シテ百八十度ニ至リタル時、之レヲ原位ニ復セントスル力ノ二分一タルベク、之レヲ周廻シテ三百六十度ニ至リ板面ヲ一巡シタル時、之レヲ原位ニ復セントスル力ノ四分一ナルベシ。

第二法則ニ云ハク、撚振ニ敵スル力ハ、索ノ長短ト反比ヲ爲ス。詳ニ之レヲ云ヘバ、若シ索ノ長サニ倍ナランニハ、該力ノ抵抗、二分一、其ノ長サ三倍ナランニハ、其ノ抵抗、三分一ナルガ如シ。

第三法則ニ云ハク、撚振ニ敵スル力ハ、索太サノ直徑四乗數ニ準ズ。譬ヘバ若シ太サノ直徑ヲ二倍セバ、抵抗  $N \times N \times N \times N$  卽チ十六倍ヲ加ヘ、之レヲ三倍セバ抵抗  $3 \times 3 \times 3 \times 3$  卽チ八十一倍ヲ加フルガ如シ。

第六十八節。撚屈ニ敵スル力。

固體ノ之レヲ撚屈セントスル働キニ抵抗スルノ力ハ實用頗多シ。今其ノ二三ヲ數フレバ、時辰儀ノ撥條ハ、此レニ由リテ以テ、其ノ卷キテ弛ベ、



弓及ビ撥條等子ノ用モ、一ニ此ノ力ノ致ス所ニ係ラザルハナシ。讀者、此ノ力ノ法則ヲ了解スル所アラント欲セバ、第二十一圖ニ示スガ如キ一條ノ衡ヲ用ヒ、一端ヲ堅牢體ニ固嵌シ、重物ヲ他ノ一端ニ懸クベシ。若シ物太キニ過グレバ、終ニ撓折スベシト雖、其ノ撓折スルニ至ルノ定限ハ、衡ノ長短、廣狹、厚薄ノ別アルニ從フテ亦自ラ差等ナキコト能ハズ。是レ三法則ノ存スル所以ナリ。

第一ニハ、衡ノ撓折ヲ致スニ要スル力ハ、其ノ長短ト反比ヲ以テ増減ス。此コトヲ以テ、其ノ長サニ倍ナレバ、二分一ノ力ヲ以テ、之レヲ撓折スルニ足ルベシ。何トナレバ、此ノ場合ニ於テハ、重物即チ力ノ衡上ニ爲ス所ノ効用前ニ二倍ナレバナリ。第二ニハ、撓折ヲ致スニ要スル力ハ、衡ノ廣狹ニ準ズ。衡ノ廣サニ倍ナレバ、二倍ノ力ニ敵スルガ如キ是レナリ。第三



ニハ、挫折力ハ、強弱ハ、衡ノ厚薄ノ、器數ト其ノ變化ヲ同クス。即チ、衡ノ厚サニ倍ナレバ、四倍ノ力ニ耐フ。故ニ等子ヲ作ルニ、之レヲシテ重大ノ力ニ耐ヘシメント欲セバ、吾人ハ其ノ廣サヲ増サンヨリハ、寧ロ其ノ厚サヲ増スヲ以テ利アリトス。

右ニ陳ブル所ハ、衡ノ挫折ヲ致スニ要スル力ノ割合ナレバ、之レヲ挫折スルニ要スルヨリモ、遙ニ劣弱ノ力ガ衡上ニ爲ス所ノ働キヲ研窮セザルベカラザルノ場合、實ニ勘カラズ。而シテ之レヲ研窮スルニ、最、便利ノ方法ハ力ヲ衡ノ一端ニ用ヒ、此ノ力ノ爲ニ該衡端ノ低下スル直徑ノ多少ヲ計測スルニアリトス。

今、衡端ニ施ス所ノ重物ヲ以テトシ、該重物ノ爲ニ衡端ノ低下スル多少ヲ以テ $\alpha$ トシ、衡ノ長サヲ $l$ トシ、廣サヲ $b$ トシ、厚サヲ $d$ トスルハ、吾人ハ之レヲ理論ト試験トニ訴ヘ、其ノ成績トシテ $\alpha \propto \frac{1}{d^2}$ ヲ發見シ得タリ、即チ他語ヲ以テ之レヲ云ヘバ、

第一ニ、衡重端ノ低下スル割合ハ、施ス所ノ重物ノ重量ニ準ズ。

第二ニ、重端ノ低下スル割合ハ、衡ノ長サノ三乗數ニ準ズ。

第三ニ、重端ノ低下スル割合ハ、衡ノ廣サニ反比ヲ爲ス。

第四ニ、重端ノ低下スル割合ハ、衡ノ厚サノ三乗數ニ反比ヲ爲ス、是レナリ。

第十一章。液體ノ諸力。

第六十九節。

固體ニ於テハ、其ノ形ヲ一定シテ之レヲ維持セントスルノ傾向アリ。是レ固ヨリ固體ノ固體タル所以ノ特徴ナリ。液體ニ至リテハ、此ノ傾向殆ク存スルコトナシ。蓋シ、液體ニ於テハ、物子ノ地位、一定スルコトナク、自由ニ動移スルノ性アリ。之レヲ液體ノ動移性ト云フ。是コトヲ以テ、液體ノ如キハ吾人其ノ物子ヲ排開スルコト頗ル易シ。但シ、液體ニ於テハ、凝聚力蓋シ、微弱ナリト



雖、未<sub>レ</sub>全<sub>ク</sub>之レヲ闕<sub>ク</sub>ト云フベカラズ。其ノ凝聚力ノ蹤跡ヲ存スルノ證據ハ、滄滴ノ形、常ニ圓<sub>カ</sub>ナルヲ觀テ、之レヲ知ルベシ。例スルニ、水滴、球連シテ物面ニ懸リ、或ハ其ノ面ヲ傳フテ轉下シ、若クハ水銀滴粒ノ球狀ヲ爲スガ如キハ、目珍カラザル事實ニシテ、此レ等ノ場合ニ於テ、其ノ形、ノ圓ナルハ、皆是レ凝聚力ノ液體ニ存シテ、全<sub>ク</sub>闕<sub>ク</sub>ル<sub>コト</sub>ナキノ致ス所ニ係ルナリ。

諸液體ノ動移性、悉皆、同一ナルニアラズ、固體ノ如キモ、之レニ熱ヲ加フレバ、視觸以テ辨知シ難キ徐徐タル作用ニ由リ、變ジテ液體トナルモノ頗多シ。余輩ハ既ニ封蠟及ビ硝子ヲ以テ、漸次ニ形狀ヲ變ジテ液體ニ化スル固體ノ例ニ供シタリキ。第五十九節ニ看<sub>ユ</sub>。物、動移性ヲ存スト雖、十分ナラザルトキハ、之レヲ名ヅケテ粘體ト云フ。其ノ的例ハ糖蜜或ハ蜂蜜ノ如キ、是レナリ。粘體類ニ屬スル液體ハ、物子ノ動移スル、大ニ時ノ多少ニ關<sub>ル</sub>モノナリ。例スルニ、蜂蜜或ハ糖蜜ヲ罎子ニ盛り、其ノ表面ヲ

攪起スレバ、終ニ沉淀シテ自<sub>レ</sub>平ニ復スト雖、水或ハある<sub>コト</sub>ニ比スレバ、其、久カラザルヲ得ズ。又或ハ一片ノ封蠟棒狀ノモノヲ取リテ、其ノ兩端ヲ平ニ支撐シ、火ヲ以テ、之レヲ煖メ、溫度升リテ宜キニ適スルヲ度トナシ、些少ノ重量ヲ中央ニ加ヘ、其、久キヲ經ルルハ、破壊スルノ模様アルヲ看ズシテ、其ノ形狀自<sub>レ</sub>彎曲ス。以テ液體ノ動移性、時間ニ關スル所以ヲ知ルベシ。

第七十節。

液體ニ於テハ、物子ヲ離解セントスルヲ拒ムノ力ナク、其ノ物子、自由ニ動移スト雖、今之レガ容量ヲ縮メントスルハ、之レニ抗スル<sub>コト</sub>頗強烈ナリ。譬ヘバ水ヲ空筒ニ盛り、密塞ヲ嵌入シ、力ヲ用ヒテ塞子ヲ壓スルモ、之レヲ降ス能ハズ。故ニ吾人ハ此ノ手段ヲ以テシテ、ハ、著ク筒内ノ水ヲ壓迫スル能ハズ。

液體ノ壓搾ヲ拒ムノ力ハ甚大ニシテ、之レガ爲世間久シク該體ニ屬ス



ル物ヲ以テ到底、壓搾スルヲ得ザルモノト看做シタリシガ、終ニ精妙ノ  
 試験ヲ經テ、一平方英寸ノ液面ニ十五ぼんをノ壓力ヲ加フルルハ、水銀  
 ハ其ノ原容、百萬分ノ五、水ハ十萬分ノ五、悉クしてハ百萬分ノ百三十三  
 ヲ縮メ得ルヲ看出スニ至レリ。而シテ液體ハ之レヲ壓搾シ漸クシテ唯  
 僅クニ少ク其ノ容ヲ縮メ得ルモ、其ノ壓力ヲ去ルニ及ビテハ原容ニ復ス  
 ルガ如キハ普ク人ノ知ル所ニシテ殆ト述ブルマデモ無キ事柄ナリ。

第七十一節。液體ニ於テハ壓力均ク各方ニ傳播ス。

壓力均ク各方ニ傳播スト云ヘル事實ハ、是レ往昔ばすかる氏 (Pascal) ノ  
 發見シタル液體ノ一法則ナリ。此ノ法則ヲ了解セント欲セバ液體自己  
 ノ重量ヨリ起ル壓力ヲ以テ、姑ク不問ニ附シ、他ヨリ加フル所ノ壓力ノミ  
 ニ就キテ之レヲ考フルルハ、最モ通曉シ易カルベシ。第二十二圖ノ如キ一  
 個ノ中空器アリ、其ノ内ニ水或ハ之レニ類スル他液ヲ盛り、周圍、數個處  
 ニ圓壩狀ノ口ヲ具シ、口ノ大サ各、相同クシテ活塞ヲ以テ、皆之レヲ閉ヅ。

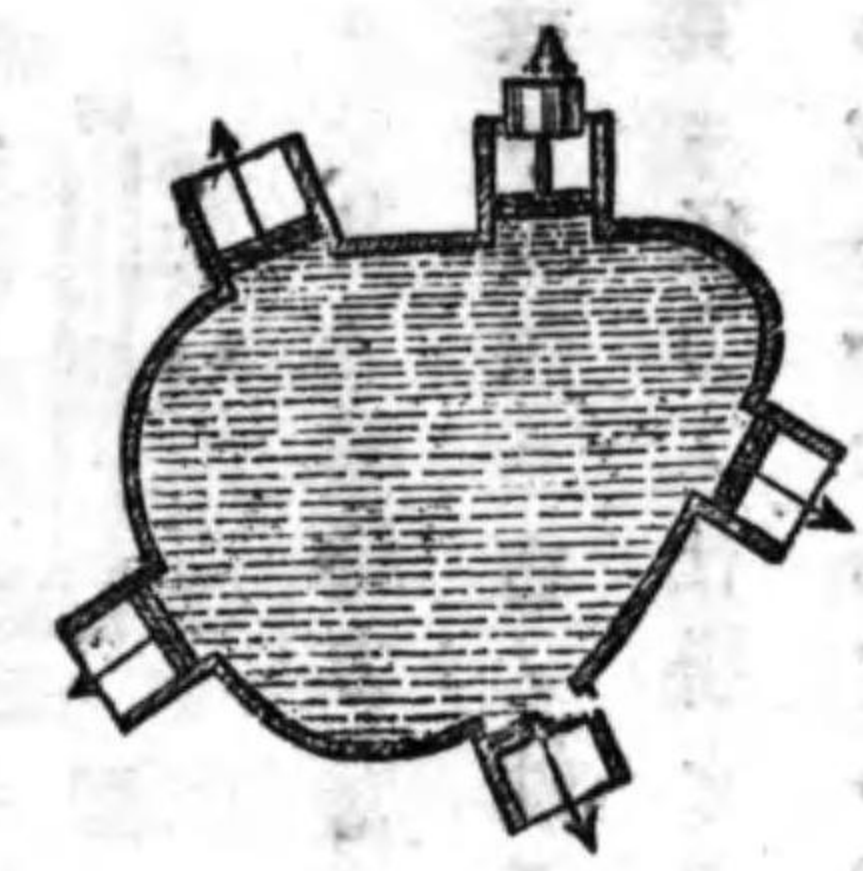
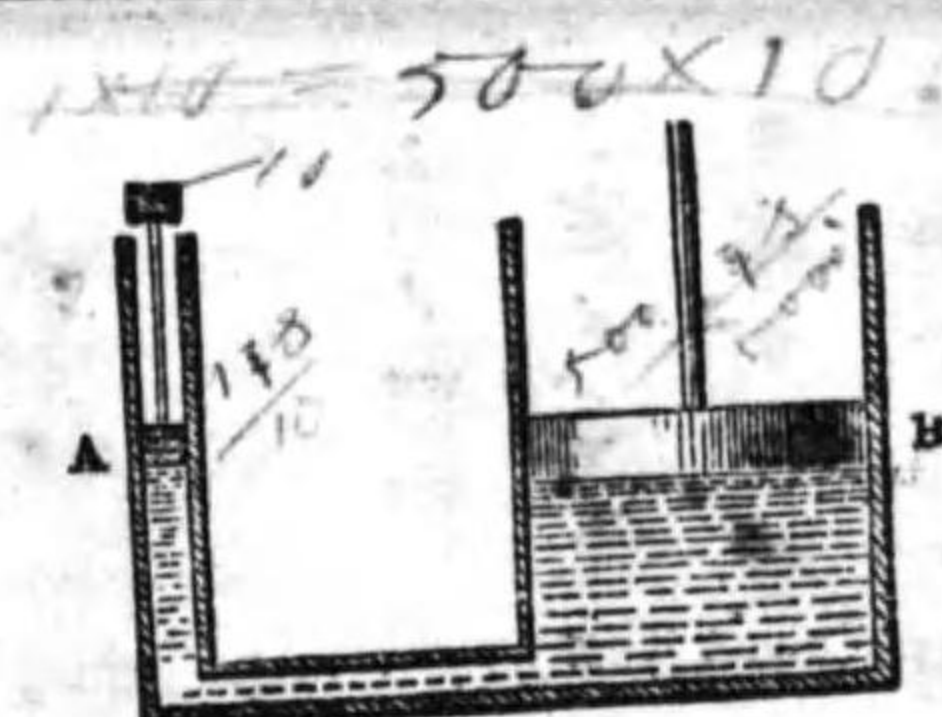


圖 二 十 二 第

例スルニ、今、器ノ最上部ニ位スルA塞ニ、十きろぐらむノ壓力ヲ加フレ  
 バ、此ノ壓力、水物子ノ動移性ニ由リ、一齊ニ傳播シテ、矢ヲ以テ示ス方向  
 ヲ追ヒ、十きろぐらむノ力ヲ以テ、他ノ數個處ニアル各塞ヲ外方ニ排出  
 ス。是コヲ以テ、Aニ於テ、用ヒタル力ハ、水物子、  
 動移性ノ爲ニ各方ニ普及シ、A塞ト同積ナル  
 水面ノ各部ニ十きろぐらむノ壓力ヲ起シ、而  
 シテ其ノ壓力ノ方向ハ、水面ト直角ヲ爲ス。又、  
 余輩ハ各塞其ノ大サ異ナル時ノ有様ヲ第二  
 十三圖ニ就キテ説カン。

A塞ノ面積ヲ一平方せんちめーとるトシ、B塞ヲ百平方せんちめーとる  
 ト定メ、今、下ニ向フテ十きろぐらむノ壓力ヲ、A塞ニ加フレバ、前ノ法則  
 ニ本ツキテ、B塞ハ每平方せんちめーとるニ十きろぐらむノ力ヲ以テ  
 上起スベシ。何トナレバ、A塞ノ面積、一平方せんちめーとる上ニ働ク壓





圖三十二第

力、十きろぐらひナレバナリ。而シテ此ノ壓力ハ  
 ちすかる氏ノ法則ニ據リ、各方ニ普及スベク、B  
 塞ノ面積、百平方せんちめーとるナルヲ以テ、B  
 ニ於テ、上方ニ向ヒ働ク壓力ノ總計ハ  $100 \times 10$  即チ  
 千きろぐらひナルベシ。既ニ其ノ壓力、千きろぐ  
 らひナレバ、B 塞ニ千きろぐらひノ重物ヲ載ス  
 ルモ、其ノ總壓力ヲ以テスルハ、之レヲ舉グルニ難カラズ。

故ニ液體ニ右ノ性アルヲ以テ、之レヲ利用シ、其ノ宜キニ適セバ、吾人ハ  
 實ニ猛力ノ仕掛ケヲ製出シ得ベシ。蓋前ノ裝置ニ於テハ、壓力、十きろぐ  
 らひハ千きろぐらひノ重物ヲ舉グルニ耐フルニ止マレバ、大小二個ノ  
 活塞、面積ノ差異、更ニ多キヲ加ヘンニハ、器械運轉ノ利、亦之レニ準ジテ  
 多キヲ加フベケレバナリ。例スルニ、若シA 塞ノ面積チ一平方せんちめー  
 とるトシ、B 塞ノ面積チ五百平方せんちめーとるトシ、A 塞ニ加フルニ

前ノ如ク、十きろぐらひノ壓力ヲ以テスルハ、B 塞ハ五千きろぐらひ  
 ノ壓力ヲ以テ上起スベシ。是レ頗ル猛劇ノカナラズヤ。

第七十二節。ぶらまー氏壓櫃。

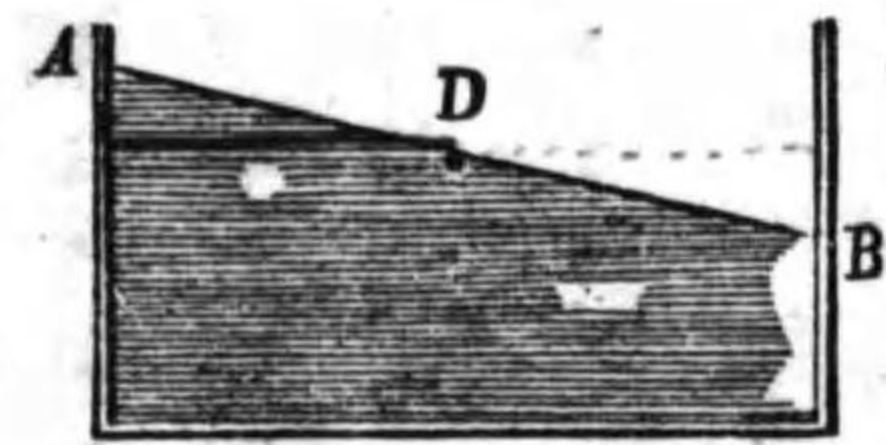
壓力、各方ニ均傳スルノ理ヲ活用シテ、器械ヲ製作シタルハぶらまー氏  
 ニ始マレリ。其ノ法、潤大ノ活塞ヲ用ヒ、上起ノ力ニ頼リテ、麻纒絲絮等ノ  
 如キ物品ヲ壓縮シ、以テ之レヲ運送スルニ便ナラシメタリ。此ノ器械ヲ  
 稱シテ水壓櫃<sup>①</sup>、又、創製者ノ名ヲ取り、ぶらまー氏壓櫃<sup>②</sup> (Bramah's Press) ト云  
 フ。實ニ該壓櫃ガ人生ノ實用ニ利アルハ、一ニシテ足ラズ、就中、綿毛類ノ  
 物品ハ、此ノ器械ヲ用ヒテ以テ、之レヲ壓縮シ著ク其ノ積ヲ減ズルヲ得  
 ルナリ。

第七十三節。液體ノ平準。

以上論ズル所ハ、液體ノ各面ヲ密塞シ、之レヲ以テ壓力ヲ傳達スル一具  
 ト看做シテ説ヲ立テリ。今、液體ヲ無蓋ノ器ニ盛ルハ、其ノ面、如何ノ狀



ヲ爲スヤチ考究セントス。即チ第二十四圖ノ如キ無蓋ノ器アリ、之レニ水ヲ滿テテ地面ニ平置スルトシテ説キ起サン。



圖四十二第

夫レ水ノ物子ハ、自由ニ動クモノナレバ、水體、靜止スル時ニ當リテハ、物子ヲ強迫シテ一方ニ偏倚セシムル過餘ノ壓力アルベカラズ。即チ各物子ノ壓力互ニ均當セザルベカラズ。何トナレバ、各物子ノ壓力、均當セザルヨリハ、水體決シテ靜止スルノ場合之レナケレバナリ。然ルニ水面ノ位置、圖中A Bノ如ク傾斜スレバ、重力ノ感動ニ因テ、D物子ノ上方即チ左方ニハ水ノ重量頗大ニシテ、其ノ右方ハ全クコレナキヲ以テ、左方ノ重量、D物子ヲBノ方ニ壓下スベキヲ明ナリ。是コヲ以テ、水面、傾斜スル片ハ、水物子、靜止セズ、其ノ能、靜止スルハ、特チ水面、重力ノ方向ト正交スルノ場合ニ於テ、之レアルノミ。蓋シ此ノ場合ニ於テハ、各水層ノ働ク有様ハ、恰モ偏重、輕偏ナキ荷物ヲ載スル活塞ガ其ノ下ニ於ケル水面ヲ壓ス

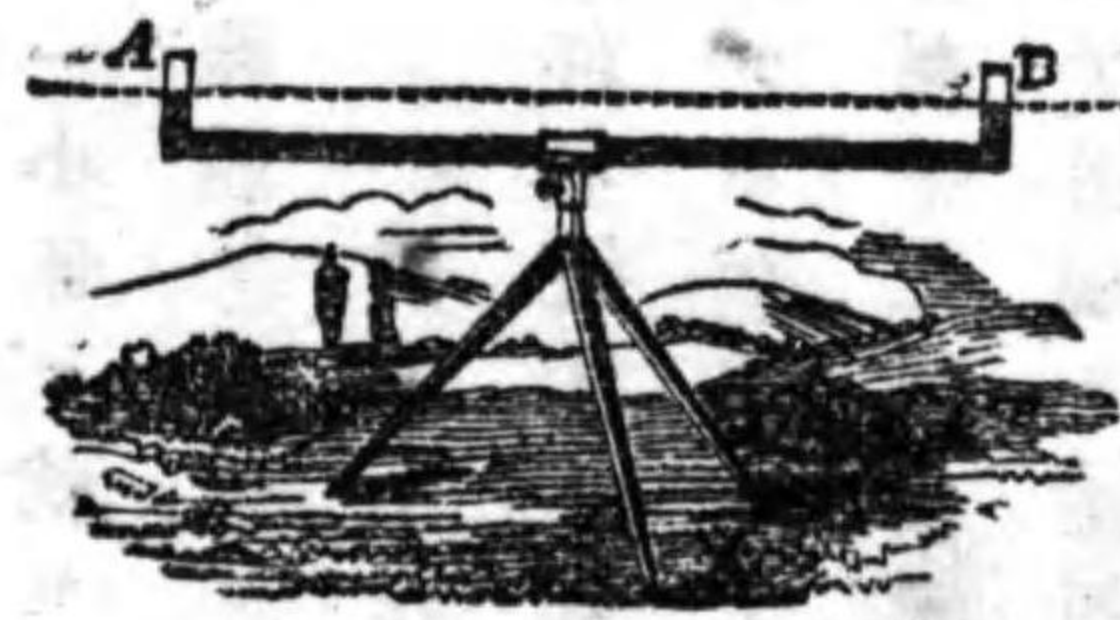
ルガ如シ。故ニ各層ノ發スル力ハ、互ニ水ノ諸物子ヲ強迫セントスルニ過ギズシテ、水ノ抵抗ハ又能、此ノ強迫ニ敵シ、以テ互ニ中和スルガ故ニ、其ノ各層ノ發スル力ハ、何等ノ成績ヲモ奏セザルナリ。此レニ由リテ之レヲ考フルニ、洋海ノ如キハ波浪ノ濺盪アルヲ免カレズト雖、水ノ一方ニ偏注スルナキヲ觀テ、其ノ面ノ平ナルヲ知ルベシ。詳ニ之レヲ云ヘバ、鉛線其ノ水面ト相觸レテ直角ヲ爲スベシ。然リト雖、是レ一小部ニ就キテ論ズルノミ、全局ニ至リテハ、固ヨリ其ノ面、球狀ヲ爲シ、圓體ノ地球ヲ包裹スル外衣ノ如キモノナラザルベカラザルナリ。

第七十四節。水秤。

水秤ハ液體ノ靜止スルニ當リ、其ノ面常ニ平ナラザルヲ得ザルノ理ニ本ヅキテ、之レヲ實際ニ適用スルノ一器ナリ。其ノ濟世ニ益アル一ニシテ足ラズ。即チ第二十五圖ハ水秤ヲ示スモノニシテ、水ヲ一條ノ管狀器ニ滿テ、兩端ヲ撝屈シ、之レヲシテニツナガラ中央ノ部分ト正角ヲ爲サシム。

第二篇。天地間ノ諸力。



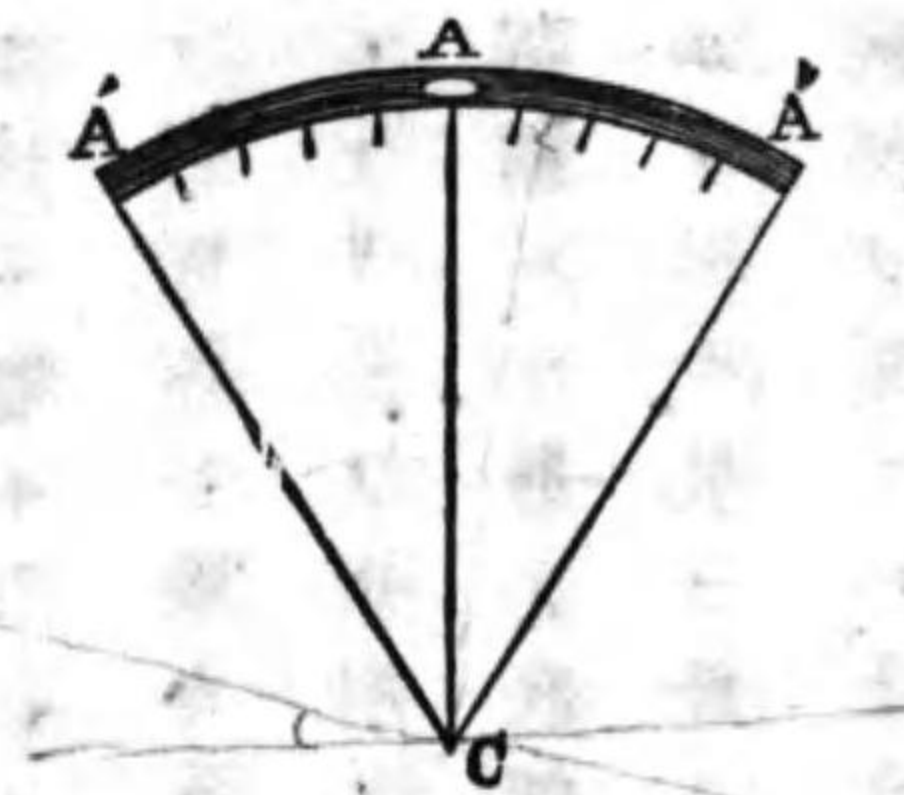


圖五十二第

蓋し水秤、靜止スルルハ、上層水物子ノ下層ヲ壓スルノ力、下層水物子ノ上層水物子ニ敵スル抵抗ト其ノ方向、相對シ、其ノ威勢、相均カラザルベカラズ。然ラザレバ、其ノ物子、右方若クハ左方ニ動移シテ、一方ニ偏倚スベキナリ。是コヲ以テ、左方水柱ノ直高ハ、右方水柱ト同カラザルベカラズ。左方水柱頭ヨリ線ヲ引キ、右方水柱頭ニ會セシメシニハ、其ノ線ノ正平ナル、A Bノ兩點、恰一盤ニ盛レル一平面ノ水ノ部分ナルガ如キノ狀アルナリ。

第七十五節。泡秤或ハ酒秤。

泡秤或ハ酒秤ハ、水秤ニ較ブルニ、便利更ニ大ナリ。其ノ構造ノ理ヲ了解センニハ、第二十六圖ニ就キテ觀ルベシ。圖中ノ彎管ハ、C點ヲ以テ、中心トシタル大環ノ一部分ナリト思フベシ。



圖六十二第

今、此ノ管ニ盛ルニ、酒精或ハ他ノ流動シ易キ液體ヲ以テシ、僅カニ一小泡ノ空隙ヲ留ムベシ。然ルルハ此ノ泡、常ニ最高ノ地位ヲ求メテ其ノ處ヲ占ム。即、圖中ノA點是レナリ。然ルニ、此ノ裝置ノ全體、C點ヲ繞リA C Aノ角度ダケ左ヨリ右ニ周廻セバ、今ハA、最高點トナリ、泡乃、其ノ居ヲ該處ニ移スベキト明カナリ。

又、分度ヲ管ニ割シテ、之レヲ以テ一種ノ計尺ヲ作ルルハ、此レニ由リテ、容易ニ泡ノ地位ヲ算知シ、以テ此ノ具ノ環心ヲ繞リテ周廻シタル割合ヲ知り得ベシ。

尋常此ノ器ヲ實際ニ適用スルノ法ハ、第二十七圖ノ如ク、器ヲ以テ金屬板ニ固嵌ス。器底、正平ノ地位ヲ占ムレバ、泡全ク其ノ中央ニ在リテ靜止





- 第一 少ク之レヲ傾ケレバ、忽チ其ノ中央ノ地位ヲ變ジ、
  - 第二 移リテ他處ニ轉ズ。是コニ於テ、泡、中心點ノ遷移シ
  - 第十 タル分度ノ數ヲ照シ、且、其ノ各分度ノ價值ヲ知ル
  - 第七 井ハ、器ノ傾斜シテ正平ノ地位ト相去ル角度ノ多
- 圖 少ハ、一舉シテ之レヲ辨知スルヲ得ベシ。

第七十六節。噴水井。

雨滴、地ニ零チ漸ク其ノ内部ニ浸潤シ、終ニ進ミテ堅岩兩壁ノ間ニ到レバ、其ノ質、竅透シ難キヲ以テ、此ノ處ニ幅濞シテ一ノ滯水ヲ爲ス。此ノ例間、之レアリ。此ノ水層ノ下部ニ於テハ、水ノ壓力劇甚ナリ。而シテ其ノ壓力ノ強弱ハ、水層ノ底部ヨリ表面ニ至ルノ間ニ重疊セル水ノ高サニ準セザルヲ得ズ。故ニ此ノ水層ノ表面ヨリモ更ニ低地ニ於テ、井ヲ穿テバ其ノ底部ノ壓力ハ、上ニ向フテ水ヲ驅逐シ、井ニ滿チテ終ニ其ノ外ニ漲溢スルノミナラズ、或ハ空ニ濟躍シ、以テ飛泉ノ形ヲ爲スヲアルベシ。是レ

則チ噴水井ナリ。歐米ニ於テハ、世人此ノ如キ井ヲ呼ビテあるてしあん井 (Artesian well.) ト稱ス。其ノ名、佛國ノあるとあ州 (Artois) にも來ル。蓋シ此ノ法ヲ用ヒテ以テ、水ヲ日用ニ供スル事ハ、故人ノ既ニ知レル所ナリト雖、其ノ法、一時、廢絶シ、近世ニ至リテ、此ノ井ヲ穿チタルハ、あるとあ州ヲ以テ濫觴トナセバナリ。

第七十七節。器中、液體ノ壓力。

前節ニ説ク所ヲ以テスル井ハ、無蓋ノ器ニ盛リタル、液體各層ノ壓力ハ、其ノ表面下ニ位置スル、液層ノ、淺深ニ準ズルノ理由ヲ了得スルヲ容易ナルヲ覺ヘン。蓋シ液體各層ノ壓力ハ、實ニ上層ノ重量ニ因テ起ラザルヲ得ズ。例スルニ、純水、一立方せんちめトモルノ重量ハ、一ぐらむナルヲ以テ、今、純水ヲ器ニ滿テ、其ノ中ニ一物ヲ沈メテ、水面ノ下、一せんちめトモルノ處ニ到レバ、之レヲ壓スル水力ハ、一ぐらむナリ。此ノ場合ニ於テハ、物ノ表面、一平



方せんちめーとるハ、實ニ水、一立方せんちめーとるノ重量ヲ支フ。詳ニ之レヲ云ヘバ、上層ニ在ル水、一ぐらひノ重量ヲ支フルナリ。而シテ該重量ハ壓力トナリ、ばすかる氏ノ法則ニヨリ、上下四周ニ向フテ働カザルヲ得ズ。下文ノ簡單ナル試験ハ以テ、水ノ一層、上ニ向フテ發スル壓力ヲ明カニスルニ足ルベシ。



第二十八圖

第二十八圖ニ於ケルガ如ク、兩端、開通セル玻璃筒ヲ作り、別ニ鑿磨シタル玻璃ノ一板ヲ以テ、管口ニ蓋ハンガ爲ニ、又、筒ノ一端ヲ鑿磨シテ之レヲ平坦ニシ、板ト脛合スルニ適セシムベシ。又、一絲ヲ板ニ結ビ、手ニテ之レヲ持チ、板ヲ以テ、筒ノ一端ヲ塞ギテ底ト爲シ、滿水桶中ニ此ノ全裝置ヲ沉メ、其ノ水ニ入ルノ後、絲ヲ放テバ、底板ハ筒ヲ離レズ、反テ水力ノ上ニ向テ壓スルガ爲ニ、筒ニ密着シ、以テ外水ノ内ニ容ラント

スルヲ拒絶ス。今、水ヲ筒ニ注ギ、筒外ノ水ト同一ノ高サヲ爲スニ至レバ、底板忽チ筒ヨリ離ルベシ。是レ上ニ向フテ筒底ヲ壓シタル水力ハ、筒内ニ注ギタル水ノ底ヨリ面ニ至ル一柱ノ重量ト威勢相均キヲ徵スルノ一證ト爲スニ足ル。

第七十八節。

次ギニ掲出スル一二ノ例ハ、蓋、上、文ノ理ヲ明釋スルノ用ニ充ツルニ足ルモノナリ。

〔第一例〕無蓋ナル桶ノ容積一立方でしめーとるナルモノアリ。之レニ水ヲ滿盛スレバ底及ビ側面ヲ衝クノ壓力幾何ナルヤ。

〔答〕云ハク、水ノ深サ、一でしめーとる即チ十せんちめーとるナレバ、桶底、每一平方せんちめーとる上ニ受クル壓力ハ、平方一せんちめーとる、高サ十せんちめーとるノ水柱ノ壓力ニシテ、即チ十ぐらひナリ。一平方でしめーとるハ百平方せんちめーとるナルガ故ニ、



底上ニ働ク壓力ノ總計ハ  $100 \times 10$  即チ千ぐらむニシテ、取りモ直  
 サズ桶底ノ支撐スル水ノ重量是レナリ。  
 次ギニ、側面ヲ衝ク壓力ヲ討究スルニ、心すかる氏ノ法則ヲ以テ  
 スルルハ、壓力、各方ニ及バザルヲ得ザルガ故ニ、各側面ノ下部ニ  
 在リテハ、每一平方せんちめーとる上ニ受クル壓力、平方一せん  
 ちめーとる、高サ十せんちめーとるノ水柱ノ重サニ同ジ。然ルニ、  
 之レト相反シテ、水ノ上面ニ於テハ、壓力、皆無ナルガ故ニ、上面ト  
 同高ノ側面、毎平方せんちめーとる上ニハ、壓力、亦、皆無ナラザル  
 ベカラザルナリ。  
 是コヲ以テ、凡、側面ノ一平方せんちめーとるヲ衝クベキ平均ノ  
 壓力ハ、其ノ上部ト下部トノ壓力ヲ合セ、之レヲ折半シテ知ルベ  
 シ。詳ニ云ヘバ、桶ノ側面ヲ壓スル力ハ高サ  $\frac{0+10}{2}$  即チ五せんちめ  
 ーとるノ一水柱ノ重量ニ同カルベシ。

然ルニ、今、各側面ノ平方積、百せんちめーとるナレバ、各側面ヲ衝  
 クベキ壓力ノ總計ハ、 $100 \times 5$  即チ五百ぐらむナリ。故ニ若シ蝶鉸ヲ一  
 側面ニ施シ、開閉スルヲ得セシメ、吾人此ノ側面ノ扉ヲ排開セン  
 トスル水力ニ敵センニハ、五百ぐらむノ壓力ヲ以テ、適宜ノ處ニ  
 施シ、之レヲ壓閉セサルベカラズ。

〔第二例〕水ヲ滿テタル一器アリ、其ノ深サ一でしめーとるナリ。該器ノ一  
 側面、形、正方ニシテ四十五度ノ角ヲ以テ傾斜セリ。而シテ其ノ底、  
 一でしめーとるアリト云フ。水ノ右一側面ヲ衝ク全壓力ハ幾何  
 ナルヤ。

〔答〕云ハク此ノ側面ノ全積ハ、 $100$  平方せんちめーとる  $\times \sqrt{2}$  ニシテ  
 每一平方せんちめーとる上ニ受クル平均ノ壓力ハ、第一例ト同  
 一ニシテ  $\frac{0+10}{2}$  即チ五ぐらむナリ。此ノ五ぐらむノ壓力、心すかる  
 氏ノ法則ニ從ヒ、側面ト直角ヲ爲シテ働クガ故、側面ヲ壓スル全



カハ500ノナルベシ。

第七十九節。

以上論ズル所ハ、專ラ水ヲ滿タル器ノ側面及ビ底面上ニ受クル壓力ノミニ涉レリト雖、今若シ水ニ易フルニ、他ノ液體ヲ以テセバ其ノ壓力ノ威勢亦自ラ異ナラザルヲ得ズ。例スルニ、器内ノ液體、水銀ナルトキハ、水銀ハ同容ノ水ヨリモ重キ一三、六倍ナルガ故ニ、其ノ壓力亦之レニ準ジテ大ナラザルベカラズ。又其ノ液體あるこゝるナランニハ、同容ノ水ト較ブレバ其ノ重量〇、八ナルガ故ニ、壓力亦之レニ準ジテ小ナラザルベカラズ。之レヲ要スルニ、液體ノ壓力ハ、實ニ其ノ質ノ密度ニ準ズ。

第八十節。浮力。

今、水ノ浮力ヲ明カニセンガ爲ニ、之レヲ一器ニ盛ランニ、其ノ一部、容量、密度及ビ他ノ諸性全ク従前ノ儘ニシテ、居ナガラ其ノ處ニ占據シ動カサルヲアリトシテ之レヲ論センニ、斯ク占據スレバトテ固ヨリ其ノ諸性ヲ變

ジタルニアラズシテ、徒ニ其ノ居ヲ移サザルノミノコトナレバ、之レガ爲、該一部ノ平準スル有様ニ至リテハ變ズルコトナカルベシ。而シテ全體ノ水、初ヨリ平準シテ動カズトセバ、一處ニ占據シタル其ノ一部モ亦、相與ニ平準シ、依然、舊ニ因リテ其ノ地位ヲ易ヘズ、以テ全體ノ水ノ中心ニ懸リテ動クコトナカルベシ。今此ノ占據シタル一部ノ水ハ、其ノ重量ニ準ズル重力ノ爲ニ下ニ引カルレド、其ノ能、靜止シテ動カザルハ、之レヲ「浮力」水能、其ノ重力ト同量ニシテ方向、相反セル力ヲ以テ、重力ニ抵抗シ、之レヲシテ中和セシムルノ致ス所ナラズンバアラザルナリ。此レニ由リテ、之レヲ察スルニ、密度、水ト相同ジキ固體ヲ水中ニ投ズレバ、液體ノ浮力能、其ノ重サヲ支フルニ足ルコト知ルベシ。然リト雖、若シ其ノ固體ニシテ密度、水ヨリ越ユルハ、水ノ浮力全ク其ノ全重量ヲ支フルニ足ラズ。但シ之レヲ減ズルニ過ギザルノミ。而シテ其ノ之レヲ減ズルノ多少ハ、固體ト同容ノ水ノ重量ニ均シ。故ニ此ノ如キ固體ヲ水中ニ投ジ、之レヲ支撐ス



ルナクンバ沉ミテ器底ニ至ラン。若シ絲ヲ以テ、之レヲ支フレバ、尙其ノ重キヲ覺ユベシ。然レモ其ノ重サ固體ノ全重量ナラズシテ、全重量ヨリ固體ト同容ノ水ノ重サヲ減ズルモノニ同ジ。

又、固體、水ヨリモ輕キ片ハ、其ノ體ノ全部、水中ニ没セズ。但シ其ノ沉ムヲ幾分ニ過ギザルノミ。詳ニ之レヲ説ケバ、其ノ水中ニ沉ム部分ト同容ノ水ハ、其ノ重量、固體ノ全重量ニ同ジ。例スルニ、一片ノ木アリ、其ノ密度ヲ以テ、水ノ密度ニ比スルニ、水ヲ以テ一トセバ、木ハ〇・八ナラン歟、今此ノ木ヲ水ニ投ズレバ、其ノ側面、水中ニ没スル幾分ナルヤト問ハニ、十分八ナルベシ。何トナレバ、木ノ十分八ガ壓開スベキ容ノ水ノ重量ト、木ノ全容ノ重量ト正ニ相均ケレバナリ。

第八十一節。比重。

吾人ハ前節ニ記述スル液體ノ浮力ヲ利用シテ、諸物體ノ比重、即チ彼此相比較セル密度ヲ確知スルノ方術ヲ得タリ。是レギリシヤ國ノ古方士

イキメーと氏 (Archimedes) ノ發明スル所ナリ。抑、水ハ攝氏寒暖計、四度ノ時、最モ密ニシテ、吾人ハ此ノ温度ニ於ケル水ヲ以テ、準則ト定メ、其ノ密度ヲ單位ニ置キ、以テ他體ノ密度ヲ比較スルノ便ニ供ス。譬ヘバ、今、一物ヲ取り、排氣器ノ罩内、無氣中ニ於テ、之レヲ權ルニ、其ノ重量、百二十ぐらむナルモノ、攝氏四度ノ蒸餾水中ニ入ルル片ハ、其ノ重量、三十一ぐらむヲ失ヒ、減ジテ僅カニ八十九ぐらむトナラン歟、此ノ三十一ぐらむハ、其ノ物ト同容ノ水ノ重量ナルベキヲ、既ニ前節ニ述ベタル浮力ノ理ヲ推シテ知ルベシ。然リ而シテ、今、物ノ密度ト水ノ密度トハ、猶物ノ重量ト同容ノ水ノ重量トノゴトクナレバ、其ノ比例式即チ左ノ如シ、

$$\frac{\text{物ノ重量}}{\text{同容ノ水ノ重量}} = \frac{\text{物ノ密度}}{\text{水ノ密度}} \quad \therefore 120 : 31$$

故ニ物ノ密度ハ  $\frac{120}{31}$  即チ三八七ナリ。是レ次ギニ舉グル簡約ナル規則ノ、由リテ本ツク所ナラズンバアラズ。攝氏四度ノ水中ニ於テ物ノ重量ヲ權定シ、其ノ失フ所ノ重量ニテ、此ノ物ノ全重量ヲ除シ、以テ得ル所ノ數



ハ、則チ、四度ノ温度ニ當リテ、其ノ物ノ水ト相比シタル密度或ハ比重ヲ代表ス。此ノ法ノ如キハ、僅カニ固體ノ比重ヲ知ルニ止マルト雖、此レニ由リテ之レヲ推スルハ、液體ノ比重ヲ檢定スルモ亦難キニアラザルナリ。譬ヘバ今、一液ノ比重ヲ知ラント欲セバ、先、一個ノ固體ヲ水中ニ投ジテ之レヲ權リ、該固體水中ニ入リテ失フ所ノ重量、三十一ぐらゐナリトセン。又之レヲ比重ヲ知ラント欲スル液ニ投ズルニ、失フ所ノ重量、二十八ぐらゐナランニハ、此ノ二十八ぐらゐハ固體ト同容ナル液ノ重量ニシテ、三十一ぐらゐハ液ト同容ノ水ノ重量ナリ。即チ次ギノ比例式ノ如シ、

$$\frac{\text{液ノ重量}}{\text{水ノ重量}} = \frac{28}{31}$$

故ニ液ノ比重ハ、三十一分ノ二十八即チ〇・九〇三ナラザルヘカラス。次表ハ最モ切要ナル固體及ビ液體數種ノ比重ヲ示スモノニシテ、之レヲ比較スルニ、固體及ビ液體ノ温度ハ、攝氏ノ零度ヲ以テシ、四度最密ノ水ヲ以テ、之レガ單位ト定ム。

白金(壓展)	二二・〇六九
金(鏈鍊)	一九・三六二
鉛(鑄)	一一・三五二
銀(鑄)	一〇・四七四
銅(鑄)	八・七八八
真鍮	八・三八三
鐵(條)	七・七八八
鐵(鑄)	七・二〇七
錫(鑄)	七・二九一
亞鉛(鑄)	六・八六一
金剛石(最大密度)	三・五三一
ふりんと硝子	三・三二九
象牙	一九・一七

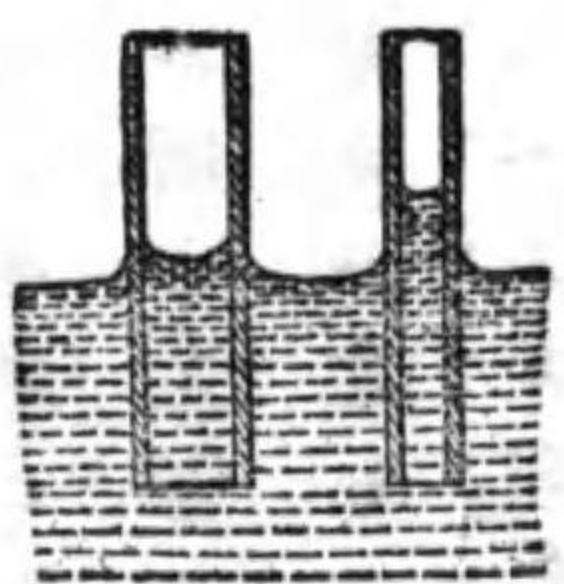


第十一章。液體ノ諸力。

融解セントスル氷	〇.九一八
山毛櫨	〇.八五二
姫小松	〇.六五七
きりく	〇.二四〇
水銀	一三.五九八
硫酸	一.八四一
鹽酸	一.二四〇
硝酸	一.二一七
海水	一.〇二六
醇あるこゝる	〇.八〇三
ゑゝてゐる	〇.七二三

第八十二節。毛管引力。

兩端、開通セル一條ノ細管ヲ取り、満水器内ニ挿入スレバ、一異現象ノ生

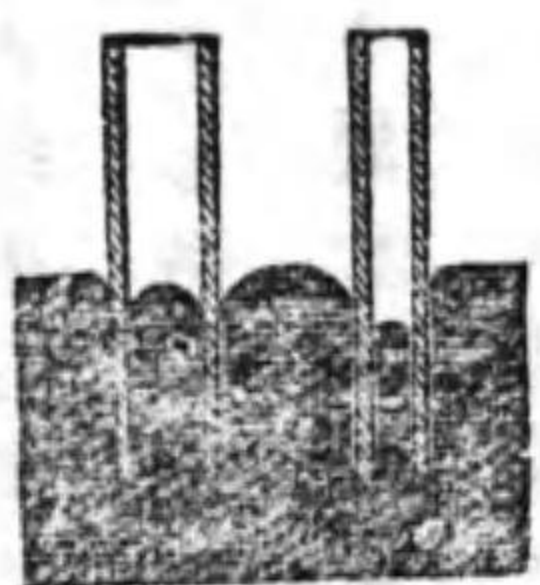


第九十二圖

ベシ。

ズルコアリ。此ノ現象タルヤ、淺ク之レヲ考フレバ、液體平準ノ法則ニ背ク所アルガ如キヲ覺ユト雖、是レ全ク水ノ物子ト細管トノ間ニ行ハルル引力ニ由リテ起ルモノニシテ、之レヲ稱シテ、毛管<sup>カ</sup>引カト云フ。例スルニ、細孔ノ玻璃管ヲ水中ニ挿入スレバ、其ノ狀、第二十九圖ニ於ケルガ如ク、管中ノ水面高ク昇リテ近傍水面ノ上ニ出ツ

然レモ、今此ノ玻璃管ヲ水ヨリ出ダシテ、之レヲ水銀器内ニ移スルハ、前ト大ニ異ナリ、管中ノ水



第十圖

銀面、外圍ノ水銀面ノ上ニ出デズ、第三十圖ノ如ク、其ノ下ニ在リテ凹面ヲ爲サズシテ、却テ凸面ヲ爲ス。蓋シ右等ノ場合ニ於テ、細管ト液體トノ間ニ行ハルル現象ハ、大ニ管孔ノ廣狹ニ關スルモノニシテ、孔愈々狭ケレバ其ノ現象益々著明ナラザルベカラズ。糖塊或ハ麵

第二篇。天地間ノ諸力。



包ノ如キ、夥多ノ細竅ヲ有スル固體ハ、僅カニ其ノ一端ヲ水中ニ挿ムモ、水忽之レニ竄透シ、以テ浴ク全塊ニ浸漬ス。是レ右等固體ノ細竅ハ、實ニ細管ト異ナル所ナケレバナリ。然リト雖、液體ノ細管中ニ隆起スルハ、該液體ヲ其ノ細管ヲ形ツクル固體ノ外面ニ滴瀉スルモ、直ニ之レヲ滯潤スルヲ得ル液體ト固體トノ間ニ於テノミ行ハレ、其ノ之レヲ滯潤スル能ハザルモノニ至リテハ、反テ其ノ液體ノ管中ニ低下スルハ、吾人が常ニ看ル所ナリ。譬ヘバ水ノ如キハ玻璃ニ注グルハ、之レヲ滯潤スルモ、水銀ノ如キハ、之レヲ滯潤スル能ハズ。詳ニ之レヲ云ヘバ、細管ト液體トノ間ニ行ハルル現象ニ二様ノ別アリ、一ハ液體管中ニ隆起シテ之レヲ滯潤シ、其ノ面、凹形ヲ爲ス。一ハ低下シテ之レヲ滯潤セズ、其ノ面、凸形ヲ爲ス。是レナリ。又、液體ノ管中ニ隆低スル多少ハ、孔ノ直徑ト反比ヲ爲ス。例スルニ、其ノ孔狹ケレバ、其ノ隆低共ニ大ニシテ、管内ノ液面、管外ノ液面ト高低ヲ異ニスルヲ著シ。油ノ燭心ニ上リ、水ノ地質ニ竄透シテ到ル處沿

ク之レヲ滯潤シ、吸墨紙ノ墨汁ヲ吸フ等ノ作用、皆以テ細管ト液體トノ間ニ行ハルル現象ヲ徵知スルニ足ルノ例證ナリ。

第八十三節。滲入及ビ滲出。

*Exosmosis*

玆ニ一器アリ、二種ノ液體ヲ之レニ盛ラントスルニ、膀胱若クハ其ノ他膜質ノ物ヲ以テ之レヲ隔ツレバ、二液、交通シテ前ニ舉ゲタル細管ノ現象ニ髣髴タル一異現象ヲ生ズルヲアリ。此レヲ滲入及ビ滲出ト稱ス。此ノ場合ニ於テ、二液互ニ膜ヲ徹シテ流通スト雖、其ノ威勢、一液ハ強ク、一液ハ弱シ。故ニ一ハ其ノ容ヲ増シ、一ハ其ノ容ヲ減ズ。容ヲ増スモノ之レヲ滲入ト云ヒ、容ヲ減ズルモノ之レヲ滲出ト名ヅク。

例スルニ、濃密ノ舍利別ヲ膜囊ニ滿テ、之レヲ水ニ沈ムレバ、囊外ノ水滲入シテ之レガ爲ニ囊中ノ舍利別其ノ容ヲ増ス。又此ノ時、舍利別ノ幾分囊外ニ滲出シテ、水ト混合ス。然リト雖、舍利別ノ滲出スル量ハ、水ノ滲入スル量ヨリモ少シ、又あるこゝるヲ嚙子ニ盛リ、其ノ口ヲ封ズルニ、膜質



ノモノヲ以テシ、之レヲ水中ニ投ズルハ、あるこゝる、水ト交代シ、嚢子、水ヲ以テ滿ツルニ至ルヲ看ルベシ。但しあるまゝの滲出スル量ヲ以テ、水ノ滲入スルニ比スルハ、水却テあるこゝるヨリモ少カルベシ。

## 第十二章。氣體ノ諸力。

## 第八十四節。

余輩、前章ニ於テ、液體ハ尙凝聚力ヲ存シテ、未全ク之レヲ放ダザル事ヲ述ベリト雖、氣體ニ至リテハ、毫モ該力ノ蹤跡アルヲ看ズ。反テ其ノ物子ノ間ニ相拒絶スルカノ行ハルルアリ。是コヲ以テ、氣體ハ其ノ量、僅少ナルモ、常ニ之レヲ盛ル器中ニ充滿シ、處トシテ填塞セザルハナシ。然リト雖、其ノ質量及ビ重量ヲ存スルノ事ニ至リテハ、其ノ他、萬體ト異ナルヲナシ。讀者、風雨計ヲ論ズル節ニ到ラバ、我が界圍氣ノ重量アルヲ辨知セン。但し余輩ハ茲ニ先一試驗ヲ爲シ、廣ク氣體ノ重量アル例證ヲ掲ゲントス。

茲ニ一大玻璃瓶アリ、其ノ側面ニ注嘴ヲ密嵌シ、注嘴ノ末端ニ螺旋ヲ施シ、此ノ螺旋ノ手段ニヨリ、排氣器ノ罩ト連接スルノ仕掛ケナランニ、先初ニハ其ノ注嘴開キテ瓶内ニ空氣ノ充ツルモノトス。今、試驗ヲ爲スニ當リテ、等子ヲ以テ、瓶ノ重量ヲ知り、次ギテ排氣器ヲ鼓シ、瓶内ノ空氣ヲ去リ、注嘴ヲ閉ジ、再之レヲ權ルニ、其ノ重量著ク減ズルヲ看ル。又、水素氣ヲ此ノ嚢子ニ盛レバ、其ノ重量、空虛ノ時ヨリモ多ク、初、大氣ノ舍スル時ヨリモ少キヲ知ラン。又、之レニ充ツルニ炭酸氣ヲ以テスレバ、重量更ニ増シテ大氣ノ舍スル時ヨリモ多キヲ看ン。是レニ由リテ、之レヲ考フルニ、氣體ハ單ニ重量ヲ存スルノミナラズ、其ノ中此レハ彼レヨリモ重キモノアルヲ悟ルベシ。水素ハ大氣ニ比スレバ、稍、輕ク、炭酸氣ハ水素或ハ大氣ニ較ブレバ、稍、重キノ類是レナリ。

## 第八十五節。

熱ノ性タル萬物ヲ熔釋シ、固體ハ因テ以テ、液體ニ變ジ、液體ハ因テ以テ、



氣體ニ化ス。即チ攝氏零度ノ熱ニ遇ヘバ、氷ハ融ケテ水ニ變ジ、水又、百度熱ヲ加フレバ、蒸氣即チ氣體ニ化スル等是レナリ。然リト雖トモ、水ノ蒸氣ニ化スルヲ以テ例證トナシ、氣體ハ眼視ルベキモノト直ニ了斷スルコト勿レ、何トナレバ、釜鑊若クハ瀛車ヨリ上騰シテ吾人が視望ヲ遮ル雲烟狀ノ物質ハ、眞ノ蒸氣ニアラズ、蒸氣ノ冷ナル空氣ニ觸レテ、以テ濃厚トナリタル水物子ナレバナリ。然レモ其ノ下際、機關ニ接スルノ處ニ於テハ、眞ノ蒸氣ヲ發出シ、眼之レヲ視ルコト能ハザルモノアリ。蓋シ氣體ヲ分チテ瓦斯ト瀛トノ二類ト爲スチ便ナリトス。尋常ノ温度ニ在リテ氣體ヲ爲スモノ、之レヲ瓦斯ト云ヒ、尋常ノ温度ニハ、固體或ハ液體ニシテ、温度更ニ昇ルコトアレバ、化シテ氣體トナルモノ、之レヲ瀛ト名ツク。例スルニ、蒸氣ハ瀛ニシテ、炭酸氣ハ瓦斯ナリ。何トナレバ、蒸氣ノ由リテ生ズル水ハ、尋常ノ温度ニハ液體ニシテ、之レニ熱ヲ加フレバ化シテ瀛トナリ、之レニ反シテ、炭酸氣ハ之レヲ劇壓シ、或ハ五

寒ニ暴露シ、始メテヨク液體若クハ固體ト爲スチ得ベケレバナリ。獨リ炭酸氣ノミナラズ、氣體中、十二八九ハ之レヲ劇壓シ、兼チテ又、五寒ニ暴露スルコトアレバ、變ジテ液體ト爲スチ得ベシ。然リト雖、酸素、水素、窒素、酸化窒素、酸化炭素及ビ沼氣ノ六品ハ、吾人未ダ凝ラシテ液體ト爲ス能ハズ。又顧テ一方ヲ檢スレバ、猛烈ノ熱ヲ以テスルニ非サレバ、化シテ瀛トスル能ハザルモノアリ。之レヲ稱シテ難化物ト謂フ、炭素ノ如キ是レナリ。

第八十六節。畧圍氣。

諸ノ氣體中、人ノ最能知ル所ノモノハ、地球ヲ包メル畧圍氣是レナリ。此ノ氣ノ質タル重キニ酸素二素ヨリ成ル。重量ヲ以テ其ノ配合ノ割合ヲ論ズレバ、百分中、酸素、二十三、窒素、七十七ニシテ、其ノ他、別ニ少量ノ炭酸氣、安謨尼亞及ビ水瀛ヲ含ム。水瀛、配合ノ量ハ、屢々變ジテ一定スルコトナク、時アリテ眞ニ氣體ノ狀ヲ爲シ、眼以テ辨ジガタク、時アリテ雲霧トナリ、吾人が瞻望ヲ遮ルコトアリ。



動物ノ呼吸シ、或ハ諸物體ノ燃燒スルヤ、空氣中ノ酸素爲ニ化シテ炭酸  
氣トナル。是コヲ以テ、此ノ作用、綿綿止ムヲナク、其ノ闕ヲ補フモノナカ  
ラン歟、多年ヲ累マルノ後、空氣漸ク酸素ヲ缺キ以テ其ノ質ノ純良ヲ失ヒ、  
終ニ動物ノ呼吸ニ適スルヲナキニ至ラン。然リト雖、茲ニ植物ノ設ケア  
リテ其ノ闕ヲ補フノ妙用ヲ有ス。蓋シ植物ハ動物ノ呼吸シ、或ハ物體ノ燃  
燒スルト、其ノ作用全ク向背シテ炭酸氣ヲ收入シ、酸素ヲ吐出ス。斯ノ如  
ク植物ト動物トノ兩作用、協合一和シテ過不及ノ憂ナク、界圍氣、爲ニ舊  
ニ因リテ、依然其ノ有様ヲ變ズルヲナシ。

第八十七節。界圍氣ノ重量。

界圍氣ハ重量アリテ地面ノ萬物ヲ壓スト雖、其ノ物子、自由ニ動移スル  
ヲ以テ、彼ノをすかる氏ノ法則ニ從ヒ、壓力、八方ニ及ブ。故ニ吾人、今試ミ  
ニ一紙片ヲ空中ニ捧グルモ、其ノ上面ニ當ル界圍氣ノ重量ハ、敢テ之レ  
ヲ地面ニ向フテ強迫スルヲナク、反テ其ノ下面ヲ撐ユル界圍氣ノ壓力、

上面ヲ壓スルモノト相平均ス、以テ紙ノ重量ノ外、吾人、別ニ壓力アルヲ  
覺ヘザル所以ヲ知ルベシ。



第三十一圖

器ニ命ズルヲトナレリ。此ノ器ハ界圍氣ノ壓力均ク各方ニ及ブ、ト云ハ  
ル事實ヲ證明スルノ試験ヲ爲スニ、恰當ノモノナリ。第三十一圖ヲ以テ  
之レヲ示ス。其ノ裝置ハ二個ノ黃銅盃ニ成リ、極メテヨク相閉合ス。下盃  
ハ注嘴ヲ具シ、隨意ニ之レヲ開閉スルヲ得ベク、又、螺旋ヲ以テ、排氣器ノ  
罩ト連結スルヲ得ルナリ、今此ノ二盃ヲシテ閉合セシメ、排氣器ヲ以テ、

まぐでばーぐ圓盒 (Magdeburg  
hemispheres.) ハ蘭人オットー・フォン・グ  
ェリキ氏 (Otto von Guericke) ノ  
創製ニ係ル器ナリ。まぐでばーぐ  
氏まぐでばーぐノ邑長タリシ  
ガ故ニ、終ニ該地名ヲ取り、以テ



其ノ内ノ空氣ヲ抽出シテ注嘴ヲ閉ヂ、排氣器ヲ去リテ之レヲ分タント  
欲スルモ、極メテ猛劇ノ力ヲ用フルニアラザレバ、之レヲ分ツ能ハズ。然  
ルニ、注嘴ヲ開キテ、空氣ヲ其ノ内ニ入ルレバ、甚容易ニ之レヲ分ツ  
得ルナリ。蓋シ空氣ヲ抽出シタル時ニ、蓋ノ緊ク相合シテ離レ難キ所以ハ、  
他ナシ、外圍ノ空氣、之レヲ壓シテ互ニ相合セシメ、此ノ外壓ニ對抗スベ  
キ空氣、其ノ内ニ存スルナキニ因テナリ。然レモ空氣ヲ放チテ盒内ニ  
充テシムレバ、今ハ内氣ノ壓力、外氣ノ壓力ト相對抗シ、以テ忽容易ニ之  
レヲ分チ得ルナリ。

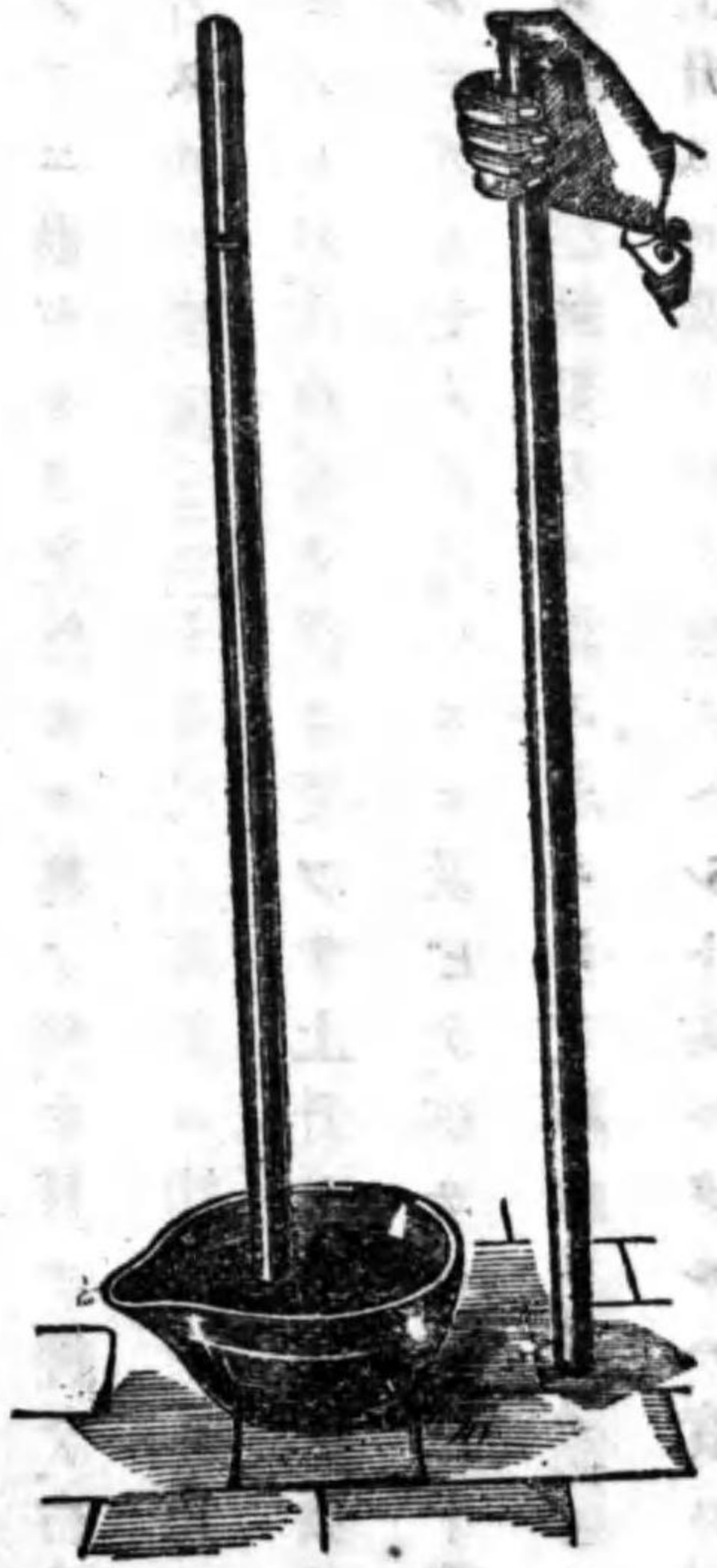
第八十八節。風雨計。

古時、伊國有名ノ物理學者ガリレを氏ノ徒弟とりせり氏(Torricelli)一器  
ヲ創製シ、以テ空氣ノ壓力ヲ精測スルニ至レリ。蓋シ尋常、揚水ノ用ニ供セ  
ル吸ヒ上クぼんぶニ於テ、活塞ヲ提舉スレバ、水、活塞ニ從フテ之レト與  
ニ上升スルノ事ハ、從前ヨリシテ業己ニ久ク世人ノ心ヲ留ムル所ナリ

シモ、能之レヲ解スルモノナク、但當時、物事ヲ談ズルノ徒、該現象ノ因テ  
起ル眞誠ノ淵源ヲ説カズ、徒ニ遁辭ヲ以テ、自然ノ妙用ハ常ニ空虛ヲ忌  
ミ、苟モ空虛ノ生ズルヲアレバ、忽チ物ヲ以テ、之レヲ充塞ス、故ニぼんぶノ活塞  
ヲ提舉スレバ、内部ニ空虛ヲ生ズルヲ以テ、水、忽チ活塞ヲ追フテ上升スト  
云フニ過ギザリシ。然ルニ、其ノ後、年月ヲ經テ、右等ノ場合ニ於テ、水ノ上  
升スルハ唯、僅カニ三十英尺ノ高サニ達スルニ止リ、若シ更ニ高ク活塞ヲ提  
舉スレバ、水、復シ其ノ後ニ從フテ上升セザルヲ發見スルトハナレリ。然  
ルニ、とりせり氏出ヅルニ及ビテ、水ヲシテ三十英尺ノ高サニ上升セシ  
ムルハ、空氣壓力ノ致ス所ニシテ、若シ水ニ易フルニ更ニ重キ物ヲ以テセバ  
上升スル高サ著ク減ズベシト考ヘタルハ、實ニ正當、眞確ノ説ト爲スベ  
シ、因テ氏ハ論ジテ云ハク、實ニ液體ノ空管中ニ上升スル高サハ、該液柱  
ノ下壓力ガ空氣ノ上壓力ト平均スルニ至ルヲ以テ限リト爲スナリト。  
とりせり氏ハ、右ノ目的ヲ以テ、高サ三十三英寸餘ノ玻璃管、一條ヲ採リ、



一端ヲ開キテ、第三十二圖ノ如ク、之レニ水銀ヲ充テリ。蓋シ水銀ノ質タル、水ニ比スルニ、重キヲ十三倍餘ナリ。斯デ別ニ又、水銀ヲ鉢ニ盛り、右ノ玻璃管ヲ其ノ中ニ倒置セシニ、管中ノ水銀少ク下リテ鉢中水銀面ノ上、大



第三十二圖

約七百六十みりめーとるノ處ニ達シ、管中此レヨリ上ハ、全ク空虛ナルコトヲ看出シタ

リ。是コトヲ以テ、とりせり氏ハ、界圍氣ノ壓力ガ水銀、七百六十みりめーとるヲ支撐スルニ足ルト云フ事ヲ論定シタリ。詳ニ之レヲ云ヘバ、我が界圍氣全體ノ重量ハ、若シ水銀ノ大洋アリテ地球ヲ包裹スルコトアランニハ、其ノ深サ七百六十みりめーとるナルモノノ重量ト相均カラン。此ノ如

クシテ水銀中ニ倒置セル水銀管ハ、之レヲ稱シテ風雨計ト名ヅケ、以テ空氣ノ重量ヲ測リ、氣候ノ變換、晴雨等ヲ豫知スルノ具ト爲セリ。風雨計ノ管内、水銀ノ頂ヨリ上部ヲ指シテ、吾人之レヲとりせり空虛 (Torricelli's vacuum) ト呼フ。是レ發明者ノ名ヲ假借シテ用ヒシナリ。蓋シ此ノ空虛ハ吾人ガ力内ニ於テ生ズルヲ得ベキモノ、中ニ於テ、最具空虛ノ一ニ居ルモノナリ。

第八十九節。ばすかる氏ノ試驗。

ばすかる氏ハとりせり氏ノ闢發シタル事實ヲ證據立ツルニ、一種別法ヲ以テシタリ。其ノ論究スル所ニ云ハク、零圍氣ノ狀タル、實ニ茫茫タル一種ノ大洋ナリト。故ニ氏ハ其ノ壓力、水ノ壓力ノ如ク、淺深ニ從フテ増減ヲ爲スコトアルベシト思ヘリ。詳ニ其ノ意ヲ解スレバ、若シ吾人、山嶽ニ登リテ、足下ノ空氣、幾分ヲ離ルレバ、其ノ壓力、亦之レニ準ジテ減少セザルベカラズ。



是コヲ以テばすかる氏ハ水銀ヲ充テタル一條ノ管ヲ携ヘテ。びい、で、づ  
 うじ(puy de Dome)ト云ヘル佛國ノ高山ニ登リ、巔ニ至リ之レヲ實驗セシ  
 ニ、籠ニ在ルノ時ト比シ、水銀ノ下ルヲ殆、三英寸ナルヲ知り。此ノ三英寸  
 ノ差ヲ以テ、其ノ下ニ在ル空氣重量ノ致ス所ナリトシタリ。其ノ後、幾星  
 霜ヲ閱シ、輒近ニ至リ、此ノ法大ニ行ハレ、凡ソ山嶽ノ高低、幾尺ナルヲ測定  
 センガ爲ニ、風雨計ノ起落ヲ以テ、之レヲ測知スルトナリタリ。此ノ法  
 ハ三角術算法ノ精確ナルニ及バザル所アリト雖、蓋、亦甚、シキ誤謬ヲバ  
 生ズルコトナカルベシ。

又此ノ器ヲ用ヒテ、氣候變換ノ將ニ至ラントスルニ先チ、豫、之レヲ知ル  
 ヲ得ベシ。然レモ之レヲ爲スニハ、諸處ニ於テ之レヲ試ミ、之レヲ本地ノ  
 實驗ニ對照スルニアラザレバ、其ノ正ヲ得ルコト難シ。之レヲ要スルニ、水  
 銀驟、ニ起落スル時ハ、雰圍氣中、大ニ變アルノ兆ニシテ、其ノ高起スルノ  
 地ニ於テハ、空氣ノ量ニ贏餘アルヲ示シ、低落スルノ地ニ於テハ、其ノ不

足ノ生セシヲ徵シ、高起スルノ地ヨリ低落スルノ地ニ向フテ、空氣、移流  
 スベシ。是レ風ヲ醸ス所以ナリ。

第九十節。ぼゐる氏ノ法則。

余輩ハ第八十七節ニ於テ、雰圍氣ノ壓力均ク各方ニ行ハルルニ因テ、吾  
 人其ノ壓力アルヲ覺ヘズト説キタルガ、譬ヘバ、今、注嘴ヲ具フル一瓶ア  
 ランニ、大氣中ニ於テ、之レヲ閉ヅレバ、瓶外ノ空氣其ノ外面ヲ劇壓スル  
 コト疑ヒナシト雖、内氣、外氣、ト相對峙スル時ニ方リテ注嘴ヲ閉ヂタルナ  
 レバ、内氣ハ外氣ト同量ノ力ヲ以テ、瓶ノ側面ヲ壓ス。故ニ二力、相、平均シ  
 テ外ヨリ瓶ヲ壓潰スルノ力ナク、又、内ヨリ之レヲ破碎スルノ力ナカル  
 ベシ。然リト雖、若、瓶内ノ空氣、一分ヲ抽出スルコトアランニハ、乃、其ノ場合、  
 一變シテ内氣物子ノ力、既ニ外氣物子ノ力ト平均ヲ爲ス能ハズ、外氣、勢  
 ヲ逞フシテ瓶ヲ壓潰セントス。若、内氣ノ質量、半ヲ抽去スルルハ、内面、  
 每一平方寸ヲ壓スルノ力ハ、前ノ二分一トナリ、又其ノ四分三ヲ抽去シ



僅ニ四分一ヲ遺セバ、其ノ力更ニ減ジテ四分一トナル等、他推シテ知ルベシ。約シテ之レヲ云ヘバ、此ノ如クシテ一器ニ充テタル空氣ノ壓力ハ、其ノ質量ノ多少ニ準ズ。

右ノ法則タルヤ、ぼゐる氏 (Boyle) ノ發見セシモノニシテ、氏ハ少ク該法則ノ文面ヲ異ニシテ、之レヲ世ニ公ニシタリキ。余輩ハ今左ニ平易ノ一試驗ヲ出ダシ、以テぼゐる氏法則ノ確實ナル理由ヲ示サン。第三十三圖



第三十三圖

ノ如ク、曲管ノ兩脚ヲ具フルモノアリ、一端ハ閉塞シ、一端ハ開通シ、又其ノ孔、徹頭徹尾全ク細大ノ異ナルナシトシ、短脚 A B ニハ若干量ノ空氣ヲ含シ、長短兩脚、分岐スル所ノ當中ニ、少量ノ水銀ヲ充テ外氣ヨリ内氣ヲ阻隔スルノ用ニ供ス。而シテ内氣ハ何レノ廉ニ於ケルモ、全ク外氣ト同クシテ一モ異ナル所ナク、其ノ壓力、亦尋常雰圍氣ノ壓力ト同クシテ、高サ七百六十みりめトゐるノ水銀柱ト平均ス。

今、第三十四圖ノ如ク、長脚ヨリ管内ニ水銀ヲ注加シ、其ノ高サ短脚ノ水



第三十四圖

銀面ヲ拔クヲ、七百六十みりめトゐるニ至ルベシ。斯クスルキハ、長短兩脚ノ水銀ニ、高低ノ差異アルガ爲ニ、水銀柱、七百六十みりめトゐるノ壓力ヲ振フテ、以テ A' B' ノ空氣ヲ盛迫セントス。

加之、外氣ノ壓力、水銀ヲ壓シ、七百六十みりめトゐるノ水銀柱ト共ニ A' B' ノ空氣ヲ盛迫セントス。是ノ故ニ短脚内ノ空氣ヲ盛迫スルカハ、千五百二十みりめトゐるノ水銀柱即チ二雰圍氣ノ壓力ナリ。

（一雰圍氣ノ壓力六十みりめトゐるノ壓力ニ均キ雰圍氣ノ壓力ナリ。トハ、水銀柱七百六十みりめトゐるノ壓力是レナリ以下之レニ倣ヘ。）蓋シ第三十三圖ニ於テハ、其ノ壓力唯、一雰圍氣ニ過ギズ。今、第三十四圖ノ如ク、二雰圍氣ノ壓力ヲ以テ、空氣ヲ壓スレバ、其ノ容、半ニ減ジ（即チ A' B' ハ A B ノ二分一。）若シ三雰圍氣ノ壓力ヲ以テセバ、其ノ容、三分一トナル所以ヲ知ルベシ。約シテ之レヲ云ヘバ、空氣ノ容ハ、其ノ上ニ加フル壓力ト、反比ヲ爲ス。是レ即チボゐる



氏ノ手ヨリシテ世ニ公ニセシ法則ノ文面ナリ。  
 余輩ハ今ぼゐる氏が明言スル所ハ、前ニ載示シタル空氣ノ壓力、其ノ質量即チ密度ニ準ズト云ヘル法則ノ較、其ノ言ヲ易フルニ過ギズシテ、其ノ實異ナルヲナキ所以ヲ知ルニ難カラザルナリ。何トナレバ、 $A$ 、 $B$ 空氣ノ質量 $A$ 、 $B$ ト同ジク、 $A$ 、 $B$ ノ容、 $A$ 、 $B$ ノ半ナルヲ以テ、 $A$ 、 $B$ 空氣ノ密度ハ、 $A$ 、 $B$ ニ二倍セザルベカラズ。然ルニ $A$ 、 $B$ ノ空氣ハ、一界圍氣ノ壓力ヲ支撐スルガ故ニ、自己ノ壓力、亦唯、僅カニ一界圍氣ニ過ギザレバ、 $A$ 、 $B$ ノ空氣ハ二界圍氣ノ壓力ヲ支撐スルヲ以テ、自己ノ壓力、亦、二界圍氣即チ $A$ 、 $B$ ニ二倍セザルベカラズ、以テ空氣ノ壓力、其ノ密度ニ準ズル所以ヲ辨ズベキナリ。

上文掲グル所ノ說ハ空氣ノ溫度、終始同キモノト看做シテ之レヲ述ベタリト雖、讀者進ミテ本書、第五篇、熱ヲ論ズルノ處ニ至ラバ、氣體ノ壓力、亦大ニ溫度ノ増減ニ關スルヲ果シテ如何ナルヲ知り得ベシ。

第九十一節。

前說ヲ以テ之レヲ考フルニ、空氣ハ之レヲ容ルル器ノ廣狹ヲ別タズ、皆能、各方ニ散漫シ、以テ其ノ器ノ各面ヲ壓スルヲ觀ルベシ。然ルニ、水ノ如キハ之レヲ器ニ盛り、故、ニ動盪スルヲナケレバ、常ニ一定ノ平面ヲ成ス、是レ甚、空氣ノ水ト異ナル所ナリ。而シテ尙、且、空氣ノ之レヲ容ルル器ノ每一平方面ヲ壓スル力ハ、溫度同ジケレバ、其ノ質量ニ準ズ。是コヲ以テ、衆多ノ理學家ニハ、氣體ノ物子ハ、恒ニ各方ニ轉轉シ、彼此相當リ、之レヲ容ルル器ノ内面ヲ衝突スルモノニシテ、氣體ノ壓力ハ畢竟此ノ物子、衝突ノ疊疊、相、重ナル成績ナリト認メタリ。此ノ理論ノ如キハ、氣體ノ壓力、其ノ密度ニ準ズト云ヘル事實ヲ解キ明カスノ良材タルベシ。今、讀者ヲシテ此ノ理由ヲ通曉シ易カラシメンガ爲ニ、左ニ一例ヲ設ケテ之レヲ說カン。一立方めーとるノ器ニ氣體ヲ盛ランニ、其ノ諸物子各、正ク一めーりめーとるヅツ相隔テテ地位ヲ占ムルトセバ、其ノ内ニハ  $1000 \times 1000 \times$



1000 即チ十億個ノ物子アルベシ。  
 然ルニ、今、排氣器ヲ用ヒテ、此ノ氣ノ幾分ヲ抽出シ、物子間ノ距離、増シテ  
 二ミリめーとるトナルニ至レバ、器内物子ノ數減ジテ  $500 \times 500 \times 500$  即チ  
 一億二千五百萬個トナル。故ニ其ノ質量ハ前ノ八分一ナルベシ。  
 蓋シ第一例ニ於テハ、器ノ一側面ニ膚接スル物子ノ數、 $1000 \times 1000$  即チ一  
 萬個ニシテ、一百萬個ノ該物子、一齊ニ其ノ一側面ヲ衝突シタルベシ。斯  
 デ一百萬個ノ物子、一タビ衝突シ終レバ、直ニ其ノ後ニ在ル物子ノ一列、  
 次ギテ又其ノ側面ヲ衝突スベシ。今、一列ノ物子、一タビ衝突スルノ時間  
 ナリテ半秒ト定ムレバ、一秒間ニ其ノ衝突スルノ數、二百萬ナリ。  
 然ルニ、第二例ニ於テハ、器ノ一側面ニ膚接スル物子、 $500 \times 500$  即チ二十五  
 萬個ナレバ、其ノ衝突ノ數、亦、唯、僅カニ二十五萬ニ過ギズシテ、此ノ二十五  
 萬個ノ物子、各、衝突シテ次列ノ物子、之レニ代リ衝突センニバ、其ノ時間  
 第一例ノ二倍即チ一秒ヲ要スベシ。何トナレバ、次列ノ物子、來リテ器ノ側

面ニ膚接シ、之レヲ衝突センニハ、今其ノ距離、二ミリめーとるナレバナ  
 リ。故ニ第二例ニ於テハ、一秒時間中、衝突ノ數、第一例ノ八分一ノミ、既ニ  
 衝突ノ數、八分一ナルヲ以テ、其ノ壓力、亦從フテ減ジテ八分一トナリ、而  
 シテ其ノ密度、亦、八分一ナリ。

第九十二節。空氣ノ浮力。

氣體、亦、液體ニ似テ物ヲ浮ムル力アリ。今、物ヲ水中ニ投ズレバ、物ノ重量  
 減ズ。而シテ其ノ減ズル多少ハ、物ト同容ノ水ノ重量ニ同ジ。物ノ空氣中  
 ニ在ルヤ亦然リ、空氣中ニ在リテ、物ノ重量減ズルノ多少ハ、物ト同容ノ  
 空氣ノ重量ニ同ジ。此ノ理ヲ解セント欲セバ、一ノ等子ヲ取り、中空ノ大  
 球ヲ衡ノ一臂ニ垂レ、又、中實ニシテ重キ小體ヲ他ノ一臂ニ懸ケ、雰圍氣  
 中ニ於テ、兩臂ノ重量ヲシテ正ク平均セシメ、是コニ於テ、等子ヲ移シテ  
 排氣器ノ罩内ニ置キ、空氣ヲ抽出スレバ、兩臂忽チ平均ヲ失ヒ、空球ノ重量、  
 小體ニ超ユ。其ノ有様、第三十五圖ヲ看テ知ルベシ。蓋シ罩内無氣ノ處ニ在





リテ權リタルモノハ、物ノ眞重ニテ、空球ハ其ノ實、小體ヨリモ較、重シ。然  
 リト雖、其ノ容、小體ニ比スレバ、甚  
 大ナルガ故ニ、雰圍氣中ニ在リテ  
 ハ、大氣ノ之レヲ浮ムル力アルガ  
 爲ニ、其ノ重量ヲ失フコト小體ヨ  
 リモ多シ。故ニ其ノ實之レヨリ較、  
 輕キ小體ト平均ヲ相爲シタルナ  
 リ。

今若シ中空ノ一太球ヲ作り、同容ノ空氣ヨリモ更ニ輕キモノ水素或ハ石炭  
 氣ノ如キヲ以テ、之レニ充ツレバ、空氣ノ浮力ニ賴リテ、該球高ク空天ニ  
 上浮シ、其ノ狀恰ききるく水中ニ投ズル并忽浮浮ミテ水面ニ出ヅルト一  
 般ナリ。輕氣球ノヨク雰圍氣中ニ上騰スルハ、此ノ理由ニ因リテナリ。抑、  
 輕氣球ハ水素若クハ石炭氣ヲ絹囊ニ充ツルモノニシテ、之レヲ上騰セ

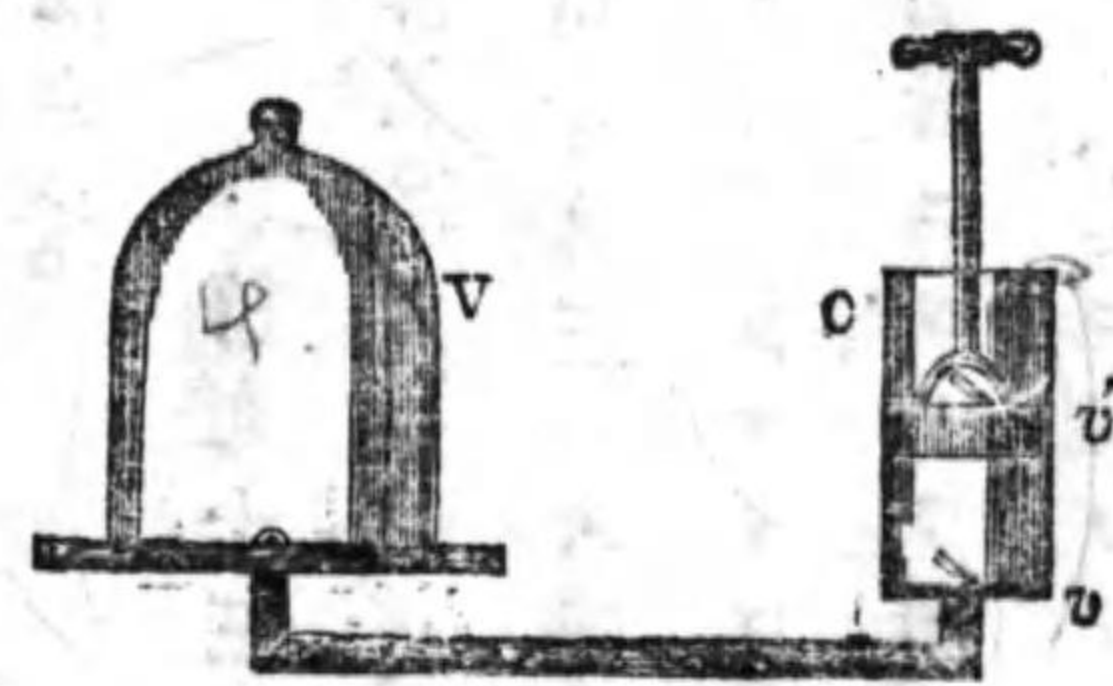
ンニハ、其ノ内ニ充ツル氣體ト囊ト之レニ搭載スル什器トヲ合せ、該諸  
 物ノ重量、之レト同容ノ空氣ニ比シテ、更ニ空氣ヨリモ輕カラントヲ要ス。  
 今、余輩ハ步ヲ轉ジテ、空氣ノ壓力ニ賴リテ用ヲ爲ス器具數種ノ裝置ヲ  
 説カン。

第九十三節。排氣器。

排氣器ノ目的ハ、務メテ器内ノ空氣ヲ抽出スルニ在リ。其ノ仕掛ケ左ノ  
 如シ。第三十六圖Vハ玻璃罩ニシテ、其ノ底板ハ滑カナル金屬或ハ他ノ善  
 ク磨シタル品ヲ以テ之レヲ作り、單縁ト密合ス。板ノ中央ニ一孔アリ、  
 曲管ニヨリテ筒Cニ通ズ。此ノ曲管ノ筒ト相接スル處ニ、一片ノ小扉  
 アリ、上ニ向フテ開キ、下ニ向フテ閉ヅ、而シテ一活塞アリテ筒ヲ密塞ス  
 ト雖、自、其ノ中ニ昇降スルヲ得、又、活塞ニハ小扉ツヲ具ヘ、此ノ扉、亦、上ニ  
 向フテ開キ、下ニ向フテ閉ヅ、排氣器ノ裝置、大概此ノ如シ。  
 次ギニ空氣ヲ抽出スルノ法ヲ説カンニ、初、先、玻璃罩V内ニ空氣、充滿シ



活塞降リテ筒ノ底ニ在リト看做スベシ。今、活塞ヲ提舉スレバ、活塞ト底トノ間ニ、忽チ空虛ヲ生ズルモ、器外ノ空氣ヲ以テ、之レヲ填塞スルヲ能ハズ。何トナレバ、 $v$ 扉獨リ上ニ向フテノミ開クベケレバナリ。然リト雖、 $v$ 扉



亦、上ニ向フテ開クヲ以テ、 $v$ 内ノ空氣來リテ  
第三 空虛ノ處ヲ填塞ス。是コヲ以テ、活塞升リテ筒頂  
三 ニ至レバ、初、獨リ $v$ 内ニ在リタル空氣、分レテ $v$   
十 及ビ筒ヲ填塞ス。是コニ於テ、再、活塞ヲ壓下スレ  
六 バ、下扉 $v$ 閉ヂテ、上扉 $v$ 開キ、上扉既ニ開ケバ、筒  
圖 中ノ空氣、此レヨリ器外ニ漏出シ、以テ界圍氣中  
ニ去ルナリ。故ニ活塞ノ一上、一下ハ先、 $v$ 内ニ舍  
スル空氣ヲ分チテ筒中ニ出デ、來ラシメ、次ギテ其ノ筒中ニ出デ來リタル空氣ヲ器外ニ驅逐シ、之レヲシテ界圍氣中ニ去ラシム。今假リニ $v$ 内積ヲ以テ、筒ニ四倍スルトシ、其ノ内ニ在ル空氣ノ質量ヲ百ト定メ、試

ミニ之レヲ算セン。

〔第一〕活塞ヲ一タビ提舉シ、筒頂ニ至レバ、 $v$ 内ノ空氣減ジテ八十分トナリ、其ノ二十分ハ $v$ 内ヲ出デ筒ニ入ル。

〔第二〕活塞降リテ筒底ニ達スレバ、筒中二十分ノ空氣ハ筒ヲ出デ、界圍氣中ニ去ル。此ノ割合ヲ以テ、活塞再、昇リテ筒頂ニ到レバ、 $v$ 内ノ空氣減ジテ六十四分トナリ、十六分ハ $v$ 内ヲ出デ筒中ニ來リ、次ギテ又、活塞降リテ底ニ達スレバ、筒中ノ空氣、外出シテ $v$ 内獨リ、僅ニ六十四分ノ空氣ヲ留ムルノミ。此レニ由リテ之レヲ觀ルニ、初回ノ一上、一下ニハ $v$ 内ノ空氣、五分一ヲ去ル。故ニ其ノ内ニ  $100 \times \frac{4}{5}$  即チ八十分ヲ留メ、再回ノ一上、一下ニハ $v$ 内ノ空氣、又、初回ト同ジ割合ヲ以テ、之レヲ辭ス。故ニ八十分ノ空氣中更ニ其ノ十六分ヲ減去シ、六十四分ヲ留ムルナリ。

排氣器ニ於テ、 $v$ 内ノ空氣ヲ驅逐スルノ法、右ニ説キタル如クニシテ、一



上、一下、幾回ヲ經ルコトアルモ、其ノ理由皆同クシテ甚、解シ易キナリ。例スルニ、第三回ノ終リニ至リテハ、管内ニ留マル空氣ハ  $100 \times \frac{4}{5} \times \frac{4}{5} \times \frac{4}{5}$  即チ  $100 \left(\frac{4}{5}\right)^3$  第十回ノ終リニ至リテハ  $100 \left(\frac{4}{5}\right)^{10}$  等ノ如ク、終ニ極リナシ。故ニ吾人ハ排氣器ヲ以テ、管内ノ空氣ヲ驅逐シ盡サント欲スト雖、竟ニ之レヲ盡スコト能ハザルナリ。且、漸之レヲ驅逐スルニ從フテ、管内ニ殘餘スル空氣ノ壓力、益々微弱トナリ、活塞ヲ提舉スルモ、既ニ其ノ扉ヲ壓開スルニ堪ヘザルヲ以テ、復之レヲ驅逐スル能ハザルニ至ルナリ。

第九十四節。吸上クぼんぶ。

吸上クぼんぶハ排氣器ノ如ク、筒ヲ具ヘ、其ノ下、別ニ一條ノ長管アリ、之レト連ナル。此ノ器ヲ以テ、水ヲ汲マントスルハ、先、管ヲ水中ニ挿ムナリ。第三十七圖ハ吸上クぼんぶヲ示スモノニシテ、管ト筒ト相合スルノ處ニ、一扉。アリテ上ニ向フテ開ク。其ノ初、之レヲ用フル時ニ於テハ、空氣管内ヲ填塞スルガ故ニ、此ノ空氣ヲ抽出スルコト、全ク排氣器ト異ナ



第三十七圖

ルコトナシ。活塞降りテ筒底ニアリ、之レヲ提舉スレバ、活塞ト底トノ間ニ空虛ヲ生ジ、管内ノ空氣ハ扉。ヲ排キ、上ニ向フテ筒ニ入り來リ、以テ其ノ空虛ヲ填塞ス。是コトヲ以テ、管内ノ空氣其ノ一

分ヲ減ジ、其ノ内ニ殘餘セル空氣ノ壓力、固ヨリ器外ノ雰圍氣ト強弱、相トキ能ハズ。故ニ内氣ノ壓力、器外ノ雰圍氣、槽内ノ水面ヲ壓スル力ニ抗、衝シガタキヲ以テ、槽水、外氣ニ壓迫セラレテ管内ニ昇リ來ル。然リト雖、水ノ管内ニ上騰スルヤ、際限アリテ若シ管ノ長サ三十英尺ニ過グルハ、水既ニ管内ニ昇リ來ルコト能ハズシテ、ぼんぶ其ノ用ヲ爲サズ。何トナレバ、水面ヲ壓スル器外ノ雰圍氣ハ、高サ三十英尺ノ水柱ト壓力、相均ケレバナリ。



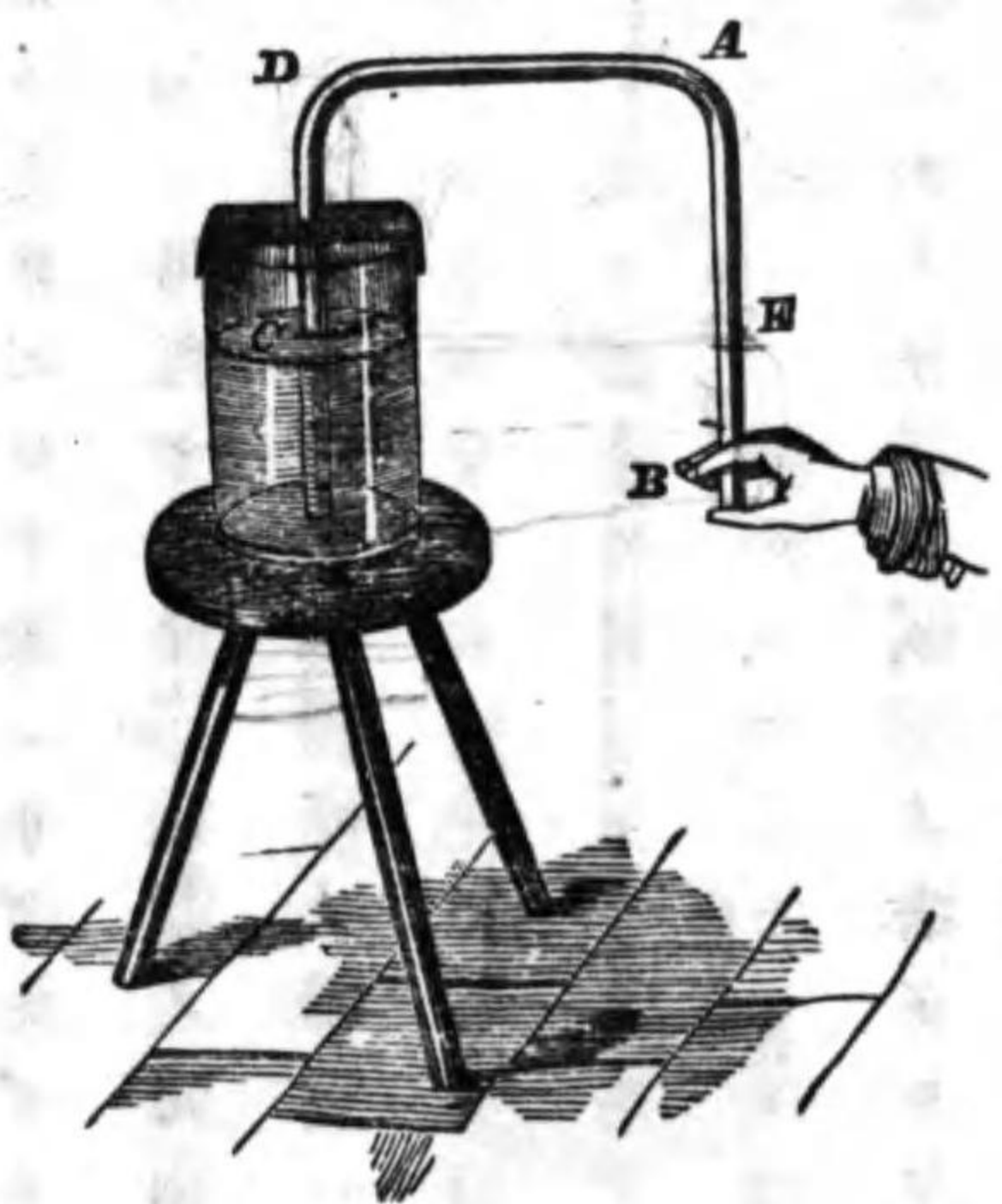
此ノ如クシテ管内ノ空氣ヲ抽出シ、水ノ筒中ニ昇リ來ルヲ俟テ、活塞ヲ  
壓下スレバ、上扉ヲ開キテ、下扉ヲ閉ジ、若干量ノ水、活塞ノ上ニ出デ、器ノ  
一側ナル嘴ヨリ器外ニ流出ス。又再ヒ活塞ヲ提擧スレバ、水之レニ從ヒ下  
扉ヲ排開シテ筒中ニ昇リ來リ、次ギテ活塞降レバ下扉閉ヂ上扉開キ、水、  
活塞ノ上ニ出ツ。上下兩扉ノ開閉スル方法以テ看ルベシ。

第九十五節。吸上管。

吸上管ハ注嘴ヲ用ヒズシテ、液體ヲ高處ヨリ低處ニ移スノ具ニシテ、  
其ノ構造、兩端、開通セルU字形ノ彎管ヲ以テ、之レヲ作り、實地ニ之レヲ  
施用スルノ便利ヲ欲シ、且、其ノ液、流出ノ速度ヲシテ増サシメ、尋  
常、一脚ヲ短クシ、他ノ一脚ヲ長クスト雖、斯、長短、異ナルニアラザレバ、  
管其ノ用ヲ爲サズト云フニアラズ。其ノ形狀、第三十八圖ヲ觀テ知ルベ  
シ。今此ノ吸上管ヲ用ヒテ液ヲ移サントセバ、先、該液ヲ分チテ管ニ盛  
リ、其ノ滿ツルヲ俟テ、一脚ヲ液中ニ挿入シ、他ノ一脚ハ暫、拇指頭ニテ閉

ツベシ。

第三十八圖ニ據リ之レヲ說カンニ、譬ヘバ其ノ液、水ナランニハ、管外、水  
面上ADノ高サ三十英尺、以內ニ於テハ、水管内ニ靜止シテ流出セザル



第三十八圖

ベシ、何トナレバ、此ノ場合ニ於  
テハ、外氣ノ壓力、管内水柱ノ壓  
力ヨリモ大ナレバナリ。然ルニ  
靜水ノ壓力ハ其ノ深サニ準ジ  
テ増スモノナレバ、圖中E點ニ  
於ケル水壓ヲ以テ、外氣ノ壓力  
ト同一ト看做スルハ、該E點ヨ

リ低クキB端ノ水壓ハ、外氣ノ壓力ニ比シ、固ヨリ大ナラザルベカラザ  
ルナリ。是コヲ以テ、今、B端ヲ開クルハ、水柱ノBヨリEニ至ル部分、管外  
ニ流出セザルベカラズ、B、Eノ部分、流出スルルハ、此ノ間ニ空虛ヲ生ズ



ルヲ以テ、之レガ爲、水柱ノ他ノ部分引キ續キ來リテ、前ニB Eノ占メタル地位ヲ占メ、以テ踵ヲ接シテ流出スルナリ。然レモ該流出ノ作用ハ器中ニ在ル液面ノ高サ、管ノ各端ト平均ヲ爲スニ至リテ、止ムト更ニ論ズルヲ俟タズシテ明カナリ。

第九十六節。氣體ノ交和。

以上述ブル所ノ氣體性ノ畧説ハ交和ノ一性ヲ論ズルニアラザレバ、未



第三十九圖

以テ其ノ全キヲ得ザルナリ。是レ軌近ぐらはひ氏(Graham)ノ盡力ニヨリ、詳明ナルニ至レル一

法則ナリ。今其ノ試験ノ法タルヤ、第三十九圖ノ如ク、一條ノ管ニ盛ルニ、一種ノ氣體ヲ以テシ、其ノ下端ヲ液内ニ挿入シ、膀胱若クハ孔竅多キ膜質ノ物ヲ以テ、上端ヲ掩ヒ、管内ノ氣體ヲシテ之レヲ竄透スルヲ得セシム。ぐらはひ氏ハ水素ヲ右ノ管ニ盛リ、若干時ヲ經テ、之レヲ點檢セシニ、

下端ノ液、管内ニ昇リタルヲ發見シ、氣體其ノ容ヲ減ズルノ微ナリトシタリ。且、此ノ手段ヲ以テ、氣體其ノ容ヲ減セシノミニ止マラズ、水素ト空氣ト互ニ膜ヲ相通ジテ交代シ、其ノ質ノ變セシヲ認メタリ。此ノ作用、永續スルハ、管内ノ水素悉、去リテ其ノ跡ヲ留ムルヲナク、界圍氣代リテ其ノ内ニ充塞スベシ。然リト雖、管内ニ入り來ル空氣ノ容ハ、管内ニ在リタル水素、原來ノ容ト同カラズ、之レヲ要スルニ、同容相比シテ管内ノ氣體、管外ノ氣體ヨリモ輕ケレバ、出デ去ル所ノモノ多クシテ、入り來ル所ノモノ少ク、自然、管内ノ氣體減ズルヲ致スベシ。又、管内ノ氣體、管外ノ氣體ヨリモ重ケレバ、其ノ出入スル所之レニ反ス。

第九十七節。固體及ビ液體ハ氣體ヲ吸收ス。

余輩、今此ノ篇ヲ結ブニ臨ミ、固體及ビ液體ノ氣體ヲ吸收スル作用ヲ畧述セン。木炭ノ如キハ、孔竅ノ間ニ數種ノ氣體ヲ含蓄スルノ力アリ。液體、亦、氣體ヲ吸收スルモノ許多アルノミナラズ、之レヲ吸收スルノ量殊ニ



第十二章。氣體ノ諸力。

夥シキモノ間、之レアリ。水ノ如キハ、炭酸氣ヲ吸收スルノ性アリ、坊間ニ  
販賣スル曹達水ハ、甚多量ノ炭酸氣ヲ吸收スルノ水ナリ。此ノ他、水ハ暗  
謨尼亞氣及ビ鹽酸氣ヲ吸收ス、諳謨尼亞氣ヲ吸收シタルモノ、之レヲ諳  
謨尼亞水ト呼ビ、鹽酸氣ヲ吸收シタルモノ、之レヲ鹽酸水ト名ツク。

*[Faint bleed-through text from the reverse side of the page]*

第三篇。

第十三章。勢ノ訓釋。  
第九十八節。

動ノ法則ヲ全ク明カニナリタルハ、輒近ノ事ナレバ、原動トシテ逆働ナキ  
ハナシト云フノ事實ハ、トとん氏以來、世人既ニ之レヲ知レルト疑ヒ  
ナシ。蓋シ舊説ニ於テモ、働量ヲ以テ、動體ノ質量ト其ノ速度ト相乗シタル  
モノト訓ジ、働量、一方ニ發スルコトアレバ、之レト同一ノ働量必、相反スル  
方向ニ於テ同時ニ起リ、又、働量、一方ニ減スルコトアレバ、之レト同一ノ働  
量必、亦、相反スル方向ニ於テ、同時ニ減スト云ヘリ。故ニ砲ヲ發ツニ當リ、  
砲ノ背後ニ退クハ、彈丸ノ前方ニ向フテ動クノ逆働ナリトシ、又、炸火ノ  
高ク天空ニ騰ルハ、熱氣其ノ筒ノ下孔ヨリシテ迸出スルノ逆働ナリト  
シ、其ノ他此ノ理ノ現ニ目撃スルヲ得ガタキ場合アリト雖、其ノ實、皆此

第二篇。勢。



レニ外ナラズト看做シタリキ。  
 例スルニ、高サ百四十四英尺ノ巖頭ヨリ石ヲ墮スルハ、該石、毎秒、九十六英尺ノ速度ヲ以テ、地面ヲ抵テ、地球、亦之レニ會同セントシテ、石ニ向フテ動クアルベシ。但シ石ト地球トニ於テ、其ノ速度ハ同カラザレバ、働ニ至リテハ、兩ナガラ相同カラザルベカラズトセリ。抑、地球ノ質量ハ石ノ質量ト比スレバ、甚大ナルヲ以テ、地球ノ速度ハ石ノ速度ニ比スレバ、甚小ナラザルベカラズ。是コヲ以テ、速度ト質量トヨリ成ル所ノ働、兩ナガラ共ニ相同カルベキナリ。然レバ此ノ場合ニ於テ、地球ノ速度ハ甚小ニシテ、全ク視ルベカラズ、實際ニ於テハ、之レナシト看做スモ可ナリトノ説ノ如キハ、既ニ久ク世人ノ知ル所ナリキ。  
 一とん氏、以還、世ニ行ハレタル動ノ法則ノ説ハ夫レ此ノ如クニシテ、吾人ハ此ノ説ヲ以テ、石ノ未ダ地球ト相會セザルノ前、空氣中ヲ進行スルノ際ニ發スル所ノ有様ヲ示スニ足レバ、兩體相衝キ震動スル際ニ發スル

所ノ有様ニ至リテハ、曾テ全ク知ラザリシナリ。舊説ハ兩體、相會シ其ノ働、量、失滅スト云フヲ以テ盡セリトセリ。  
 故ニ今、槌ヲ以テ砧ヲ擣テバ、槌ノ降ラントスル威勢、砧ノ爲ニ止メラレ、又或ハ制輪機ヲ用ヒテ、瀛車ノ運動ヲ止ムル場合ニ於テハ、其ノ働、量、摩擦ノ爲ニ挫折スルナリト云フガ如キヲ以テ、足レリトセリ。余輩此レヨリ進ミテ、人心ヲ誘掖シテ、更ニ其ノ説ノ眞理ヲ盡クスニ至ラシメタル所以ノモノヲ揭示セントス。  
 第九十九節。操作。  
 人ノ此ノ土ニ棲止スルヤ、造次顛沛ノ間モ操作ヲ免ルル能ハズ。之レヲ稱シテ操作ノ世界ト云フモ可ナリ。財産、餘裕アリテ口ヲ糊スル爲ニ操作スルニ及バザル人モ、生キテ此ノ世ニ在ルニハ、生キテ居ルダケノ操作ヲバ爲サザルベカラズ。但シ操作ノ操作タル所以ノ眞性ヲ了解スルニ至リタルハ、漸漸ニ進歩シタルナリ。例スルニ、一斤ノ物ヲ携ヘテ山嶽ニ



攀ツルハ、之レヲ荷フテ同程ノ坦路ヲ行クト、孰レガ易キ歟、坦路ヲ行クノ甚易クシテ費ヤス所ノ勢（勢ハハ操作ヲ爲スハカ徳ヲ云フ）逸（逸ハニ少キハ曾人ノ能ク知ル所ナリ。）右ニ類スル淺近ノ考ヘヨリ漸ク進歩シテ、竟ニ操作ヲ測ルニ數ヲ以テスルニ至レリ。サレバ重力ニ抗シテ、一きろぐらひノ物ヲ舉グル、一めーとるナレバ、之ヲ操作（一ト稱シ、其ノ物、二きろぐらひノ重サナルカ、若クハ一きろぐらひニテモ、之レヲ舉グル、二めーとるナレバ、之レヲ稱シテ操作、ニト爲スベシ。故ニ物ノきろぐらひノ數ト、之レヲ舉ル高サトヲ相乗ズルマデニテ、其ノ所得ノ數ハ、重力ニ抗シテ爲シタル操作ヲ代表ス。）抑、重力ハ各地殆同一ニシテ、隨時存セザルナキガ故ニ、因テ以テ操作ヲ測ルニハ、甚便宜ノ一カニシテ、世間通用ノモノトナレリ。故ニ余輩ハ地球面上ニ於テ、重力ニ抗シ、一きろぐらひノ物ヲ一めーとるノ高サニ

舉グルノ操作ヲ以テ、操作ノ單位トナスベシ。即（一きろぐらひめーとるニlogrammeters）是レナリ。  
 第百節。勢ト働量トノ關係。  
 前節、操作ノ訓釋ヲ舉ゲタレバ、此ノ節ノ要務ハ操作ト働量トノ脈絡ヲ繋グニ在リ。蓋シ一體ヲ投上スルニ、毎秒、九八めーとるノ速度ヲ以テスレバ、上行スル、四九めーとるニシテ止ム、一ハ、既ニ第四十五節ニ看ユ。故ニ今、該速度ヲ以テ、一きろぐらひノ物ヲ投上センニハ、亦能、重力ニ抗シテ此ノ高サニ達スルヲ知ルベシ。  
 是レニ由リテ之レヲ考フルニ、毎秒、九八めーとるノ速度ヲ以テ、一きろぐらひノ物ヲ投上スル人ハ、上行スル一きろぐらひノ物ニ附スルニ、四九めーとるノ高サニ騰ルベキ勢ヲ以テシ、即、該物ヲシテ操作、四九ヲ爲スベカラシメタリ。又、一きろぐらひノ物ヲ毎秒、該速度ノ二倍即、一九六めーとるノ速度ヲ以テ、投上スルハ、物ノ騰ル、前ニ四倍シ、一九六め



一とるノ高サニ達スベキヲ、既ニ第四十五節ニ示セリ。故ニ速度増シテ  
 二倍トナレバ、動體ノ爲ス操作、四倍ヲ加フルヲ明ナリ。之レヲ約スレバ、  
 動體ノ操作ハ、速度ノ累數ニ準ズ。又其ノ投上セラルル物、二をろぐらむ  
 ノ質量ナランニハ、同速度ヲ以テ投上セラルル一をろぐらむノ物ノ二  
 倍ノ操作ヲ爲スベシ。故ニ體動ノ爲シ得ル操作ハ、其ノ質量ニ準ズ。  
 今茲ニ少シク思慮ヲ回スコアラバ、一體アリ、其ノ質量ヲモトシ、其ノ速  
 度ヲモトスル片ハ、該體ノ爲シ得ベキ操作ヲ代表スルニハ、吾人、公式  

$$\left( \frac{1}{2} g t^2 \right) \text{甲}$$
 ヲ以テスベキヲ知ルニ難カラザルナリ。今若シ該體ノ質量 $m$ ヲ一  
 トシ、毎秒、九、八め一とるノ速度ヲ以テ投上セラルルト看做シ、 $t$ ヲ九、八  
 トセバ、 $\frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 9.8^2 = 49$ ヲ得ルナリ。又、質量 $m$ 前ノ如ク  
 ニシテ變ズルナク、但、速度ヲ増シテ一九、六め一とるトナサバ、其ノ式、左  
 ノ如シ。 $\frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 19.6^2 = 19.6$ 。此ノ兩式ノ數、四、九及ビ一九、  
 六ハ、既ニ上ニ看ユルガ如ク、體ノ上行スル高サヲ示スモノナレバ、即、體

ノ爲セシ操作ヲ代表スルモノト知ルベシ。以テ甲式ノ正當ナルヲ證ス  
 ルニ足レリ。次ギニ舉グル一例ヲ觀レバ、勢ト動量トノ脈絡、相關スル所  
 以ノ理、詳明ナルベシ。  
 [問]重量、六十四ぐらむノ一體アリ、空ニ向フテ之レヲ擲ツニ、毎秒、六十め  
 一とるノ速度ヲ以テスルコアラバ、其ノ勢、幾何ナルヤ。  
 [答]云ハク、其ノ操作ヲ爲スノ量即、勢ハ  $\frac{64}{1000} \times \frac{(60)^2}{19.6}$  即、一、一七六ナリ。但、初  
 數ノ分母1000ハ、體ノ重量ぐらむヲをろぐらむニ改ムルガ爲ニ設ケ  
 タルナリ。  
 蓋シ動體ノ勢ガ速度ノ累數ニ準ズト云ヘル法則ハ、重力ニ抗シ投上セラ  
 ルル物體ヲ外ニシ、他ノ點ヨリ之レヲ論究スルモ、吾人ハ其ノ理ノ貫通  
 スル所ヲ看破スルヲ得ベシ。譬ヘバ厚サ同一ノ木板、數片ヲ順列シ、其ノ  
 順列ノ方向ニ於テ、之レニ向フテ砲丸ヲ放ツニ、若干速度ヲ有スルモノ、  
 其ノ三片ヲ貫キ過グルトセバ、之レニ二倍スル速度ヲ有スル砲丸ノ貫



キ過グル所ハ、三ノ二倍即チ六片ナラズシテ、三ノ四倍即チ十二片ナルベシ。此ノ場合ニ於テハ、木板ノ抵抗ハ即チ前例ニ於ケル重力ノ地位ヲ充ツルモノナリ。

又、鐵道ニ於テ、同一質量ノ二列車、反對ノ方向ヲ以テ走り、途中互ニ衝突スルコトアランニ、其ノ速度、亦同一ニシテ、各車、一時間、三十里ノ割合ヲ以テ、相向フテ近ヅクト看做スルハ、今、各車ノ勢ヲ代表スルニ、一ヲ以テスレバ、其ノ互ニ衝突スルノ際ニ費ス所ノ勢ノ合計ハ、云ハズシテ二ヲ以テ代表スベキナリ。

然ルニ、今、右ノ二車中、一車ハ静止シ、他ノ一車ハ一時間、以前ニ二倍スル速度即チ六十里ノ割合ヲ以テ、靜車ノ方ニ向フテ走ルト看做スルハ、其ノ動車ノ勢ハ即チ四ナラザルベカラズ。何トナレバ、此ノ場合ニ於テハ、其ノ近ヅク所ノ速度、上ノ場合ト異ナルヲナクシテ、其ノ衝突スルニ費ス所ノ勢、二ヲ以テ代表スベキガ故ニ、此レ亦、上ト同ジト雖、右、二ノ勢ヲ外ニ

シ、兩車相當ルノ後ハ、合シテ一トナリ、動量ノ法則ヨリシテ、衝突後、一時間、三十里ノ割合ヲ以テ、尙動キテ止マズ、以テ衝突後ニ於テ二ノ勢ヲ有セザルベカラズ。故ニ衝突前ニ於テ、一時間、六十里ノ割合ヲ以テ走ル所ノ動車ガ有スル勢ハ、四個ナラザルベカラザレバナリ。

第百一節。勢ニ二様ノ別アリ。

吾人、勢ヲ以テ操作ヲ爲スノ力ナリト訓ズルルハ、今、疾迅ノ速度ヲ以テ投上セル石ニハ、現ニ多分ノ勢アリト云フヲ得ベシ。何トナレバ、重力之レガ害ヲ爲シ、其ノ上行スルヲ妨グルニ克チテ以テ、高ク騰ルノ力アルヲ、恰猶ホ一大力士ノ其ノ勢ヲ特ミテ道ヲ擁スル碍物ヲ除去スルゴトクナレバナリ。然レモ石ノ上騰スルヤ、其ノ速度漸減ジ、終ニ升リテ其ノ極ニ達シ、初、投上セテタル時ノ勢、悉皆、重力ニ逆フテ此ノ高處ニ昇ルガ爲ニ盡クルニ至ルベシ。此ノ瞬間時ニ於テ、石ハ速度ナルモノヲ有スルヲナク、其ノ方向、一轉シテ將ニ地面ニ向フテ降ラントス。今若シ人アリ、屋



脊ニ登リ、石ノ一轉シテ將ニ下行セントスルノ機ニ乗ジ、之レヲ握取シテ屋脊ノ上ニ安置スルトセバ、其ノ石、靜止シテ毫モ動カントスル傾向ナカルベシ。是レ吾人が講究セザルベカラザル點ニシテ、若シ夫レ此ノ現象ニ注意スルノ人ニ於テハ、左ノ疑問自、發セン。云ハク、上行ノ初、石ノ有シタル勢ハ、此コニ至リ、如何ナル狀ヲ爲スヤ。云ハク、此ノ勢ハ、悉ク天地ノ間ヲ謝シ去リ、之レニ代リテ其ノ地位ヲ占スベキモノ、一モ遺ルコトナキヤ。云ハク、此ノ勢、一旦、消盡シテ永久、復スルノ期ナキヤト。

抑、石ノ初、テ上行スルニ方リテハ、其ノ速度ヲ有スルガ爲ニ、又、若干量ノ勢ヲ有ス。此ノ勢ハ、裝置恰適ノ器械ヲ用ヒ、賴リテ以テ穀物ヲ磨磨スベク、賴リテ以テ水ヲ汲ムベク、賴リテ以テ車ヲ轉ズベク、其ノ他、百般ノ用ニ供スルヲ得ベキモノナリ。然ルニ今、右等ノ用ヲ爲サシメズ、之レヲシテ重力ニ抗シ、上行セシメリ。然レバ吾人、石ノ此ノ勢ヲ利用スルノ機ヲ失ヒ、復、之レヲ得ルノ期ナキヤト云フニ、決シテ然ラズ。蓋シ石ノ上行スル

際、有スル所ノ勢ハ、動勢ニシテ、上行シテ其ノ極ニ至リ、屋脊ニ止マルニ方リテハ、此ノ動勢ナルモノ絶ヘテ存スルナキハ、論ヲ俟タザレバ、其ノ新ニ位置ヲ占ムルガ爲ニ、一異別様ノ勢ヲ帶ブ。其ノ故ハ何時ニテモ、之レヲ墜サント欲スレバ、之レヲ墜スヲ得、籍リテ以テ杭ヲ地中ニ打チ込ムベク、或ハ其ノ下行ノ働量ヲ用ヒ、以テ穀物ヲ磨磨スベク、以テ車輪ヲ轉ズベク、之レヲ利用スルノ道、一ナラザレバナリ。苟シテ勢ノ存スルコトアルニアラザレバ、焉能、此ノ如クナルヲ得ンヤ。

此レニ由リテ之レヲ觀レバ、投上セラレタル石、上行シテ其ノ極ニ達スル時ニ方リ、之レヲ握取シテ屋脊ニ安置スル片ハ、其ノ初、有セシ所ノ動勢、一轉シテ異様ノ勢ニ變ジタルヲ知ルベシ。此ノ勢ヲ名ヅケテ位置勢或ハ靜勢ト云フ。又、此ノ石ヲ放チテ墜スコトアラバ、靜勢更ニ一變シテ動勢トナリ、地ニ達スルニ方リテハ、其ノ速度並ニ動勢ハ共ニ其ノ初、有シタルモノト正ニ同カルベキナリ。



是レヲ以テ之レヲ觀ルルハ、凡ソ宇宙間ノ勢ニ二様ノ別アリ、互ニ相變換シテ各、其ノ用ヲ爲ス、動勢及ビ靜勢是レナリ。動勢ノ的例ハ空ニ向フテ直投スル所ノ石、或ハ更ニ廣ク之レヲ云フルハ、方向、如何ヲ擇バズ投ズル所ノ物ノ如キ是レナリ。蓋シ恰適ノ器械ヲ以テスレバ、動ノ方向、横ナルモノト雖、之レヲ利用シ得ルヲ、其ノ方向、縦ナルモノト異ナルナクシテ主トスル所ハ、特、動ニ在リテ、該動ノ方向ニ在ラザレバナリ。靜勢ノ的例ハ、屋脊ニ安置スル石、或ハ重力若クハ他ノ力ニ對シ、之レト交感スルニ便利ノ位置ヲ占ムル物(以下單ニ便利ノ位)開門上游ノ水ノ如キ是レナリ。

第十四章。勢ニ數種アリ。

第百二節。

前章ニ於テ、既ニ勢ヲ以テ操作ヲ爲スノ力ナリト訓シ、此ノ操作ヲ爲ス

力ノ狀ニ二様ノ別アルヲ認メタリ。第一ハ現ニ動ク體ノ有スル勢即チ動勢、第二ハ何種ノ力ナルヤヲ論ゼズ、之レニ對シ、便利ノ位置ヲ占ムル體ノ有スル勢即チ靜勢是レナリ。而シテ余輩ハ重力ヲ以テ、此ノ二様ノ別ノ例證ニ供シタリキ。即チ石ノ如キハ地心ニ向フテ降ラントスル意アリ、今、之レヲ移シテ更ニ遠ク地心ヲ去ルノ處ニ致スルハ、吾人之レヲ稱シテ重力ニ對シテ便利ノ位置ヲ占ムト云フ。屋脊ニ安置セル石ノ如キ是レナリ。然ルニ此ノ石、屋脊ヨリ落ツル機ニ臨ミ、其ノ靜勢更ニ一變シテ動勢ニ轉ジ、終ニ降りテ地ニ達スル時、其ノ速度、當初、投上セラレタル時ト相同ジキニ至ル。

第百三節。

然レモ重力ノ外、又、他ニ數力アリ。其ノ最、強烈ナルモノ、一ハ化學的親和力是レナリ。例スルニ、酸素ノ原子ハ、炭素ノ原子ト相引クノ力甚、強烈ニシテ、吾人ハ此ノ二原子ヲ以テ、前節ニ引證セル地球ト石トノ兩體ニ

第二篇。勢。



比スルモ可ナリ。但此ノ場合ノ前ノ場合ト異ナル所ハ、二原子ノ容甚小ニシテ、此レ等、二原子ノ質量ノ大同、小異ナルト、相引クノ力、吾人が現ニ目撃スルヲ得ザル微少ノ距離間ニノミ行ハルルトニ過ギズ。然レ此ノ距離ノ内ニ在リテハ、二原子相引クノ力甚強烈ニシテ、該二原子互ニ離隔スルハ、其ノ間ニ一種ノ靜勢ヲ生ズルノ狀、怡石ノ地ヲ離レタル時、生ズルモノト全ク符合ス。故ニ今、多量ノ炭素ト酸素トノ間ニハ、亦自、多量ノ勢アリテ存スルナリ。又、石ヲ放チテ地球ト相會セシムルハ、靜勢變ジテ動勢トナリ、藉リテ以テ、百般ノ用ニ充ツルヲ得ルト云ヒシガ、炭酸、二素ヲ放チテ相合セシムルハ、又此レト同一現象ノ生ズルヲ看ルベシ。吾人ハ石炭ヲ火中ニ燃スノ際、該現象ノ生ズルヲ看ルニアラズヤ。此ノ場合ニ於テ、主トシテ生ズル所ノ現象ハ、多量ナル熱ヲ發動ニシテ、是レ則、一種ノ動勢ナリ。之レヲ稱シテ熱勢ト云フ。此レニ由リテ之レヲ察スルニ、熱ハ小ニシテ分子ノ動ヲ表シ、地球ト石トノ會合ハ、大ニシ

テ物體ノ動ヲ表スルモノニシテ、其ノ關係恰、相同ジ。加之、今此ノ熱ヲ藉リテ以テ、機關ヲ運轉スルハ、該一種ノ動ヲ利用シ得ルヲ、猶、碾磑機ヲ轉ズルニ、水ノ動ヲ藉リ、杭ヲ樹ユルニ、鎚ノ動ヲ藉ルガ如シ。故ニ勢ニ二個ノ區別アルヲ判然ナリ。一ハ明界ニ發スルモノニシテ、之レヲ明界勢或ハ團體勢ト云ヒ、一ハ幽界ニ伏スルモノニシテ、之レヲ分子勢ト云フ。以下此ノ明幽、二勢ノ諸般ノ形狀ヲ畧說セントスルニ當リ、之レヲ分チテ三大部類ニ歸スルヲ便利ナルベシ。其ノ第一ハ明界勢ノ部類ニシテ、此ノ部類ニ屬スルモノニ様ノ別アリ、明界動勢第一ト、明界靜勢第二ト是レナリ。第二ハ熱勢ノ部類ニシテ、吸收熱ノ動勢第三、分子的離隔勢第四及ビ輻射光熱第五是レナリ。第三ハ電氣的及ビ化學的勢ノ部類ニシテ、離隔電氣第六、流動電氣第七、化學的離隔勢第八是レナリ。



第百四節。二様ノ明界勢。(第一及ビ第二)

抑、諸勢ノ中、其ノ第一位ニ立ツモノハ、團體勢ニシテ、此ノ中、又、靜勢ト動勢トノ二様アリ。開門、上游ノ水、巖頭ノ石、持滿ノ弩、此ノ場合ニ於テ、絃部ハ弓部ノ彈力ニ對シ、便利ノ位置ヲ占ム。捲キ切りタル自鳴鐘等ノ如キハ、皆、靜勢ノ存スルモノニシテ、砲彈、流星、風、雨、流川等ノ如キハ、皆、動勢ノ存スルモノナリ。

第百五節。熱勢ノ部類、吸收熱及ビ分子的離隔勢。(第三及ビ第四)

次ギニ幽界勢ニ説キ及ブニ、先、其ノ冒頭ニ於テ世ニヨク知レ渡リタルモノアリ、熱是レナリ。今、一物ヲ取り、烈ク之レヲ熱スルルハ、全體、靜止スルモ、其ノ物子ハ彼此互ニ劇動スルヲ信ズベキノ道理アリ。輻射光熱ニ對シ、物子ノ該劇動ヲ稱シテ吸收熱ト云フ。世ノ所謂顯熱ナルモノ是レナリ。然レドモ此ノ場合ニ於テ、其ノ物ノ温度ヲシテ別ニ高カラシメザル一異現象ノ生ズルアリ、世ノ所謂潛熱是レナリ。(第二百三十五節乃至

第二百四十一節ヲ看ヨ。此ノ潛熱ナルモノ抑、何ゾヤ。蓋、蒸氣ノ温度、沸湯ニ超ユルコトナシト雖、今、沸湯ヲシテ蒸氣ニ化セシメントスルニハ、大ニ熱ヲ加ヘザルベカラズ。蓋、此ノ際、熱勢ノ大部分、動ヨリシテ靜ニ變ジ、以テ水ノ物子ヲ排開シ、其ノ相接スル距離ヲシテ大ナラシムルノ用ヲ爲ス、猶、彼ノ投上セラレテ屋脊ニ安置スル石、其ノ動勢ヲ地ト相距ルノ用ニ充テ、之レニ代ルベキ同量ノ靜勢ヲ得タルガゴトシ。是コトヲ以テ、潛熱ヲ名ツケテ分子的離隔勢ト云フ。今、吾人ハ熱ヲ物體ノ物子ニ加ルルノ有様ヲ以テ、太キ印度護謨製ノ索ヲ手ニ持チ、重物ヲ之レニ結ビ、之レヲシテ身邊ヲ周廻セシムルノ人ニ比較スルモノ可ナリ。此ノ場合ニ於テ、人ノ勢ノ一部分ハ、重物ニ速度ヲ與フルガ爲ニ費ヘ、又他ノ一部分ハ、索ヲ緊張スルガ爲ニ費ヘザルヲ得ズ。其ノ重物ニ速度ヲ與フルガ爲ニ費ユル所ノモノハ、動勢トナリ、索ヲ緊張スルガ爲ニ費ユル所ノモノハ、靜勢トナラザルベカラズ、以テ動靜、二勢ノ存在スルヤ、明幽ノ兩界ニ於テ



其ノ致一ナル所以ヲ知ルベシ。余輩ハ尙且、一步ヲ進メテ明界勢ト幽界勢トノ比較ヲ論ゼンニ、今、茲ニ一體アリ、疾動スルルハ、其ノ動ノ幾分ハ、跡ヲ音或ハ其ノ他、空氣ノ動ニ寓シ、之レガ爲、四散ス。鐘聲或ハ絃聲ノ遠ク人ノ耳底ニ達スルハ、弦或ハ鐘ノ顛搖スル物質ノ勢ノ幾分、空氣ニ駕シ到ルニ係ルナリ。

第六節。輻射光熱。(第五)

六合ノ間、一種ノ異物アリ、名ヅケテ<sup>◎</sup>ゑ<sup>◎</sup>ゐ<sup>◎</sup>て<sup>◎</sup>る<sup>◎</sup> (Ether)ト云フ。夫レゑゐて<sup>◎</sup>る<sup>◎</sup>ノ性タル、處トシテ充塞セザルナク、物トシテ竄透セザルナシ。其ノ能、物體ノ分子動ヲ傳ヘテ遠キニ致スノ狀、恰<sup>モ</sup>猶<sup>ホ</sup>空氣ノ動體ニ於ケルガゴトシ、物體ノ吸收熱、之レヲ圍繞スルゑゐて<sup>◎</sup>る<sup>◎</sup>ニ傳ハリ、ゑゐて<sup>◎</sup>る<sup>◎</sup>之レヲ受ケ波浪ヲ爲シテ以テ空冥ニ掉<sup>フ</sup>、其ノ進動スル速度、毎秒、能、十八萬六千英里ノ遠キニ達ス、其ノ迅速ナル<sup>ト</sup>實ニ驚クニ堪ヘタリ。此ノ波動ハ吾人之レヲ輻射光熱ト稱スルモノ是レナリ。

第七節。離隔電氣。(第六)

幽界勢中、右ニ記スル所ノ外、又、注思スベキモノハ電氣及ビ化學的親和ニ關スル勢是レナリ。例スルニ、兩體アリ、一ハ陰電氣ヲ起シ、又、一ハ陽電氣ヲ發シ、互ニ相、離隔スルルハ、兩體共ニ電氣ノ力ニ對シテ便利ノ位置ヲ占シ、動<sup>モ</sup>スレバ相近ヅカントスル意アリテ、其ノ間自、靜勢アリ。之レヲ稱シテ離隔電氣ト云フ。其ノ<sup>モ</sup>猶<sup>ホ</sup>巖頭ノ石、墮チテ地面ニ近ヅカントスル意アルガゴトシ。若シ此ノ兩體ヲ放チテ隨意ニ相近ヅカシムレバ、其ノ靜勢忽<sup>チ</sup>變ジテ動勢ト爲リ、幽界ヲ出デテ明界ニ移リ、吾人之レヲ視ルヲ得ル<sup>ト</sup>、恰<sup>モ</sup>猶<sup>ホ</sup>石ノ巖頭ヨリ轉下スル時、其ノ靜勢、一轉シテ動勢ニ變ジ、人之レヲ視ルヲ得ルガゴトシ。

第八節。流動電氣。(第七)

次ギニ流動電氣ト云ヘル勢ノ一狀アリ。今夫、電池ヲ設ケテ電路ヲ接續シ、以テ兩性ノ電氣ヲ交通セシムルルハ、該電路ヲ通ジテ一種ノ勢行ハ



ルルヲアリ。此ノ勢ヲ名ツケテ流動電氣ト稱ス。若シ電路ノ一部、金屬線ヲ以テ成ルルハ、該電氣ヲ隨意ノ處ニ召ビ寄セ、多量ノ勢ヲ出スヲ得ベシ。此ノ勢ヲ用フルヲ其ノ宜キニ適フルハ、人生有用ノ操作ヲ爲スノ具タラシムベシ。譬ヘバ尋常、蒸氣ヲ利用シテ操作ヲ爲スヤ、吾人ハ其ノ機關ノ傍ニ於テセザルヲ得ザレバ、流動電氣ヲ以テスルルハ、勢ノ淵源タル電池ヲ我が傍ニ置キ、之レヲ導ク線ノ手段ニ由リテ、遠ク許多ノ里數ヲ隔ツルノ處ニ在リテ操作ヲ爲スヲ得ベシ。

第百九節。化學的離隔勢。(第八)

化學的離隔勢ノ事ニ就キテハ、余輩既ニ第百三節、炭酸、二素ノ事ヲ説ケルノ場合ニ於テ、略之レヲ述ベタリ。此ノ二素ノ原子、相離隔スルルハ其ノ間ニ靜勢ヲ生ジ、互ニ相引ク力極メテ強烈ナリ。化學的離隔勢トハ此ノ如キ際ニ生ズル靜勢ヲ稱ス。余輩、今、前數節ニ於テ、諸般ノ勢ニ就キ述ベタル所ノ大要ヲ左ニ復擧セシ。

第一、團體勢即チ明界勢ニ屬スルモノニ動靜ノ別アリ。第二、熱勢ノ部類中ニ於テハ、顯熱アリ、潛熱アリ。顯熱ハ一種ノ動勢ヲ表シ、潛熱ハ寧ろ位置勢ヲ表スルモノナリ。而シテ輻射光熱ノ如キモ、熱勢ノ部類ニ屬ス。第三、電氣的及ビ化學的勢ノ部類中ニ於テ、兩體互ニ異ナル電氣ヲ發シ、相對シテ離隔スルルハ、其ノ間ニ位置勢ヲ生ズルモノ、該部類ニ屬スル勢ノ第一種ニシテ、流動電氣ナルモノ、其ノ第二種ニ居リ、第三種ノ勢ハ強烈ノ化學的親和力ヲ有スル物體アリ、相對シテ離隔スルルハ、其ノ間ニ行ハルル位置勢是レナリ。

此ノ書、以下數篇ハ、主トシテ彼ノ數種ノ勢ト、該數種ノ勢ノ彼此交代スルノ法則トヲ論述スベシ。而シテ今且、余輩ハ此ノ交代ヲ普ク駕馭スル所ノ偉大ナル原理ヲ探知スルヲ以テ先務ト爲スベシ。

第十五章。勢ノ大涅槃說。



## 第一百節。

勢ヲ論ズル篇中最モ剴切ノモノハ、勢ノ大涅槃説(不生、不滅説)是レナリ。彼ノ恆動ナルモノヲ生セントスルコトハ、往時久ク固陋學士ノ執リテ動カサザル妄想ノ一ナリシナリ。當時、器械學、上達ノ徴トシテ大ニ期望セシモノハ、人力ヲ勞セズ、燃料ヲ用ヒズシテ、動キテ何時マデモ止マザルノ機關ナリシナリ。自鳴鐘ヲシテ力ヲ俟タズ、自、捲クヲ得セシメ、或ハ蒸氣機關ヲシテ石炭ヲ費サズ、自、運轉スルヲ得セシメバ、是レ其ノ期望セシ恆動不止ノ機關ナルベシ。當時此ノ恆動説ヲ固執スルノ徒、汲汲其ノ目的ヲ貫カント欲シテ屢、難問ヲ發シ、物理家ニ質サザルベカラズト雖、物理家常ニ善ク之レニ答辨スル能ハズ。蓋シ當時ニ於テハ、物ノ諸性ヲ悉、審知セズ、天地自然ノ諸力アラユル方法ヲ以テ相合スルルハ、毎ニ果シテ何等ノ變化ヲ來スヤ、常ニ豫、之レヲ告グル能ハザリシナリ。人知茲ニ進ミテ、物理家之レニ答フルノ思考ヲ開キ、其ノ説ヲ論駁シ、勢ノ新ニ作ル

能ハズ、又終ニ滅スル能ハザルハ、恰モ猶<sup>ホ</sup>物ノ新ニ作ル能ハズ、又終ニ滅スル能ハザルガゴトシト云フ説ヲ主張シ、以テ恆動ノ迷夢ヲ醒スヲ得タリ。夫レ此ノ如キ説ノ真正ナルヲ確定スルハ、許多ノ試験ヲ累ヌル一法ノ外、他ニ道ナキコト明ナリ。而シテ其ノ試験ノ殊狀異態ナルモ、皆能、之レヲ辨明シ去ルヲ得バ其ノ説ノ真正ナル固ヨリ深ク信ズルニ堪フベキナリ。余輩ハ勢ノ大涅槃説ヲ以テ、植樹ニ譬ヘン。之レガ良否ヲ檢定スルハ、偏ニ其ノ果實ヲ以テセザルベカラズ。勢ノ大涅槃説能、其ノ試験ニ逢フテ破レズ、唯、其ノ説ノ破レザルノミナラズ、又且、吾人ハ因テ以テ、物ノ新事實ト新法則トヲ開發スルヲ得タリ。然ラバ則、其ノ説ノ真正ナル、決シテ疑フベカラザルモノアリ。

## 第一百一節。石ノ動。

余輩先、空ニ向ヒ直投スル石ニ就キテ、前説ヲ適用セン。若シ此ノ石ノ重量、一きろぐらひ其ノ之レヲ投上スル速度、毎秒、一九・六メートルナルニ



ハ、第百節ニモ示スガ如ク、其ノ操作、亦、一九六ナラザルベカラズ。今、石、躍  
リテ一四七、めーとるノ處ニ達スルニ當リ、其ノ有様、如何ト云フニ、此ノ  
時、石ノ現ニ有スル速度ハ、毎秒、九八、めーとる〔第四十六節ヲ参考スベシ。〕  
ニシテ、此ノ速度ノ爲シ得ベキ操作ハ、四九ナラザルベカラズ。然ルニ石  
ノ地ヲ離ルル時ニ當リテハ、操作一九六ヲ爲スヲ得ルノ力ヲ有セリ。然  
ラバ、四九ト一九六トノ差、一四七ハ、玆ニ到リテ何ノ狀ヲ爲セリヤ。惟フ  
ニ其ノ狀、一變シテ動勢タラザルヲ知ルベシ。但シ石進ミテ一四七、めーと  
るノ處ニ在ルヲ以テ、動勢ニ代ハリテ靜勢、一四七ヲ得タリ。故ニ此ノ時  
其ノ動勢、四九ニ靜勢、一四七ヲ加フレバ、當初、地ヲ離ルル時ノ全勢、一九  
六ニ均シ。

是コナ以テ之レヲ觀ルニ、石ノ躍リテ高ク飛ブニ當リテヤ、其ノ勢、減セ  
ズ、唯、其ノ動勢、一變シテ靜勢トナルノミ。又其ノ一轉シテ地ニ降ルヤ、其  
ノ勢、新ニ作ルニアラズ、唯、其ノ靜勢、再變シテ本來ノ動勢ニ復スルノミ。

第百十二節。體相撞着スルモ勢ハ減セズ。

前節既ニ石ノ勢ヲ量定シ、上下、兩行ノ間、終始其ノ増減ナキヲ發見シタ  
リ。然レモ尙未<sup>キ</sup>此レヲ以テ餘蘊ナシトスベカラズ。何トナレバ、其ノ最  
解シガタキ一項、實ニ尙<sup>キ</sup>辨明セザルベカラザルモノアレバナリ。石ノ降  
リテ地ニ達スル後、其ノ勢、何ノ狀ヲ爲スヤト是レナリ。此ノ疑問ハ其ノ  
旨、一ニシテ之レヲ問フ式頗<sup>キ</sup>多端ナルヲ得ベシ。例スルニ、瀛車俄<sup>ニ</sup>停マ  
ル時ハ、其ノ勢、何ノ狀ヲ爲スヤ、槌ヲ以テ砧ヲ擣チ、或ハ彈丸、的ニ命中ス  
ル時、並ビニ其ノ勢、何ノ狀ヲ爲スヤ等、實ニ枚擧スルニ勝ヘズ。

疑問ノ件件此<sup>ノ</sup>如ク多シト雖、要スルニ吾人ハ抵<sup>キ</sup>擊ニアラザレバ、摩<sup>キ</sup>擦  
ノ其ノ際ニ行ハルルヲアルヲ知ル。瀛車ノ止マルハ、摩擦ノ爲、石或ハ槌  
ノ止マルハ、抵<sup>キ</sup>擊ノ爲ナリ。故ニ彼ノ疑問ノ如キ、其ノ實ヲ語ルハ、抵<sup>キ</sup>擊  
若クハ摩擦ノ爲ニ動ノ止ムヲアルハ、明界ノ動勢、何ノ狀ヲ爲スヤト  
云フト異ナルナシ。



第百十三節。明界ノ動勢變ジテ熱ト爲ル。

らむはるる (Rumford) 及ビだぶる (Davy) ノ二氏ハ、右ノ切要ナル疑問ニ  
 應ズルノ率先者タリキ。甲氏ノ嘗テひびく府 (Munich) ニ在ルヤ、大砲ヲ鑽  
 鑿スルニ當リ、砲身大ニ灼熱シ、其ノ熾ナル間、水ヲ滾沸スルニ堪フル  
 ヲ發見シタリ。氏ハ之レヲ以テ摩軋相激スルガ爲ニ、器械ノ操作其ノ狀  
 ヲ變ジテ熱ニ化スルノ致ス所ナリト看做シタリキ。又、乙氏ハ堅氷二片、  
 相摩スル仕掛ケヲ設ケ、因リテ以テ之ヲ融解セリ。是ニ於テ、氏ハ二片ノ  
 堅氷相摩スル操作變ジテ熱ニ化スルヲ知レリ。若能、右等ノ理ニ通ズ  
 ルヲアラバ、金銀座ニ於テ、貨幣ヲ鑄造スル際、鐵砧ヲ鋪キ之レヲ鎚打ス  
 ル片ハ、其ノ金屬烈ク熱ヲ起シ、或ハ暗夜、涼車ノ將ニ停ラントスルトス  
 ルヤ、點々タル光輝ヲ放チ、或ハ木材ヲ取り、扣鈕ヲ以テ劇ク摩スル片ハ、  
 其ノ煖マルノ甚シキ、動モスレバ終ニ掌ヲ焦スニ至ル等ノ事、皆、動勢、明界  
 ヲ去リテ幽界ニ入り、變ジテ熱ト爲ルノ致ス所ニ係ルヲ辨ズルニ足ル

ベシ。是コヲ以テ、勢、一タビ明界ニ滅スルヲアル片ハ、同量ノ熱、幽界ニ興  
 ルヲアルヲ論決スルヲトナリタリ。

第百十四節。熱ト交代スベキ團體勢ノ割合。

抑、數種ノ勢、脉絡相通ズルノ理アルベキヲ豫告セシハ、英國ニ在リテ、  
 るーダ氏 (Grove) 歐洲ノ本土ニ在リテハ、まゝある氏 (Mayer) ヲ以テ嚆矢  
 トス。然レモ基礎ヲ學理ニ資リテ、此ノ關係アルヲ確定セシハ、ぢよー  
 (Joule) とひろん (Thomson) ころん (Colding) 其ノ他、數氏ヲ俟チテ始メ  
 テ全キヲ得タリ。就中、數ヲ以テ明界勢ト熱トノ間ニ行ハルル關係ヲ精  
 密ニ代表スルヲ得タルハ、ぢよーの氏が研究ノ賜ナリ。氏ハ無數ノ辛苦  
 ヲ嘗メテ、終ニ左ノ成績ヲ得タリ。若シ吾人、一手段ヲ設ケルアリテ、一きろ  
 ぐらむノ水ヲ重力ノ威勢ニ由リテ、高サ四百二十四めーとるノ巖頭ヨ  
 リ落シ、降リテ地ニ達スル時、地之レヲ受ケテ俄ニ其ノ動ヲ停止スル  
 アル片ハ、此ノ場合ニ於テ、發スル所ノ熱ハ、水全量ノ温ヲシテ攝氏一度



ヲ進マシムルニ足ルベシト。是レニ由テ之レヲ推シ、一きろぐらむノ水ヲ煖メテ攝氏、一度ヲ進マシムルヲアラバ、水中ニ竄ルル分子勢ノ量ハ四百二十四きろぐらんめーとる即チ四百二十四ノ操作ニ當ツベキヲ決セリ。蓋シ此レニ由テ熱ト操作トノ關係ヲ説クヲ極メテ精密ナルニ至レリ。

第百十五節。がるぐまに電路。

數種ノ勢、脈絡相通ズルノ例ハ、がるぐまに電池ニ由リテ發現スル所ノモノニ就キ、之レヲ求ムルニ若クモノナカルベシ。今がるぐまに電池ニ亞鉛ヲ挿入スルヲアランニハ、乃チ其ノ發勢ノ源ハ、實ニ亞鉛ノ燃焼シテ酸素ト抱合シ、一種ノ鹽即チ亞鉛鹽ヲ造成セントスル化學的親和ノ作用ニアルモノニシテ、此ノ場合ニ於テ、發勢ノ源、火中ニ石炭ヲ投ズル時ト大ニ相似ルモノアリ。而シテ亞鉛、酸素ト抱合シテ亞鉛鹽成ル。然レハ此ノ二物、相抱合スルガ爲ニ起ル所ノ動勢ハ、其ノ初熱ト爲リテ顯レズシテ却

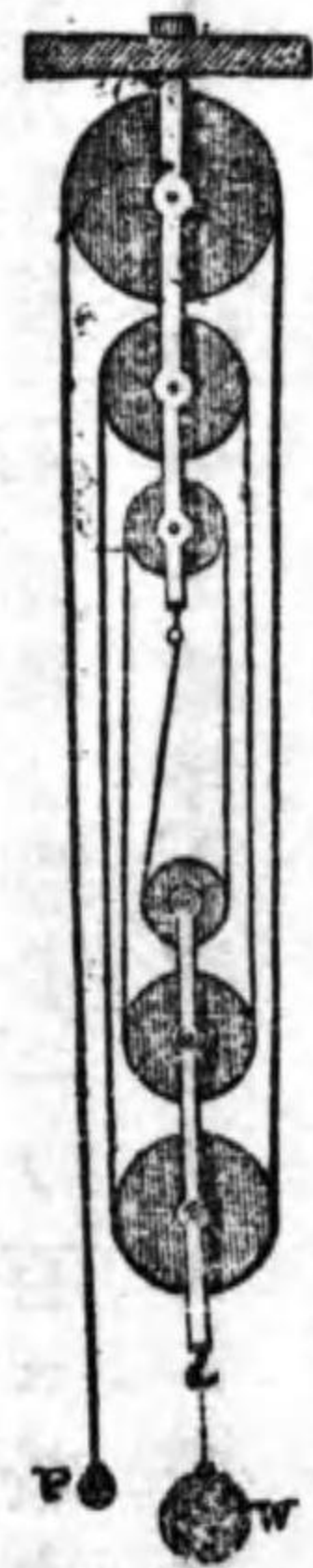
テ流動電氣トナリテ顯ルルナリ。流動電氣ノ勢多クハ終ニ熱トナリテ顯ルルヲ疑ヒナケレハ、吾人ハ其ノ一部ヲ利用シ、以テ化學上ノ分解ヲ催進スルニ用フルヲ得ベシ。水ヲ分解スル如キ是レナリ。此ノ場合ニ於テハ、亞鉛ノ燃焼スルニ由リテ起ル勢ノ幾分ハ、變ジテ熱ト爲リ、又、他ノ幾分ハ水ヲ分解スルノ用ヲ爲ス。是コヲ以テ、此ノ場合ニ於テ、發スル所ノ熱ハ水ヲ分解セザル時ニ比スレバ其ノ量稍、少シ。然レハ水ヲ分解シテ所得ノ水酸、二素ヲ混和シ、之レヲシテ爆發セシムレバ、水ヲ分解セザル比ニ比シ足ラザル丈ノ熱ヲ恢復スルヲ得ベシ。例スルニ水ヲ分解セザル比ハ、若干量ノ亞鉛ヨリ百分ノ熱ヲ發スルヲアランニ、之レヲ分解スル比ハ、其ノ發スル所ノ熱唯、僅ニ八十分ニ過ギズ。是レ他ナシ、二十分ノ勢、水ヲ分解スルノ用ヲ爲シタレバナリ。然レハ二素ノ混和物ヲ爆發セシムル比ハ、彼ノ二十分ノ熱ヲ恢復シ、水ヲ分解セザル比ト同ジク、亞鉛ノ燃焼ヨリ發スル百分ノ熱備



ハルヲ得ベシ。然レハ勢ノ彼ノ形ヨリ此ノ狀ニ遷移スル百般ノ變化ヲ  
 詳論スルハ、此ノ節ノ要旨ニアラズ、此ノ百般ノ變化中、勢ノ元來ノ量ハ曾  
 増減スルコトナシト一言ヲ以テ足レリトスベシ。故ニ代數學ノ記法ヲ  
 採用シ  $s, t, u, v, w, x, y, z$  等ヲ以テ、宇宙間ニ存在スル勢ノ各種ノ各量ヲ示  
 シ、且ツ此ノ八字ノ表スル各量ヲ以テ、彼此ノ間ニ於テ増減スルモノト看  
 做スルハ、其ノ式常ニ左ノ如シ。 $s + t + u + v + w + x + y + z$  ハ即チ不易ノ量  
 ナリ。譬ヘバ、變ジテ、或ハ  $w$  ト爲ルガ如ク、變化ノ法則ニ準據シ、其ノ  
 他、各種ノ勢、彼此互ニ相遷移スト雖、右等、各勢ノ六合ニ存スル總量ニ至  
 リテハ、依然、舊ニ仍リ、其ノ量、萬古變ズルコトナカルベシ。是レ之レヲ稱シ  
 テ勢ノ大涅槃ト云フ。

第一百十六節。器械ノ用。

今、讀者ヲシテ大涅槃説ノ具理ナルヲ銘心セシメンガ爲ニ、尋常、世間ニ  
 アリフレタル仕掛ケ即チ第四十圖ニ示スガ如キ、數個ノ滑車、相列ナリテ一



第十四圖

連ヲ爲スモノニ就キ、之レ  
 ヲ用ヒテ得ル所ノ利ヲ説  
 カン。

此ノ裝置タルヤ、上下二個ノ凹槽ニ滑車ヲ挟ミ、上ナルモノハ一處ニ在  
 リテ動移セズ、下ナルモノハ動移ス、且、一條ノ索ヲ以テ、六個ノ滑車ニ匝  
 ラスモノナリ。今、力  $P$  ヲ索端ニ用フレバ、索ノ諸部、緊張スル力ハ合セテ  
 $P$  ノ重サニ均シ。然ルニ吾人ハ  $W$  ヲ支持スル索ヲ以テ、六條ト看做サザ  
 ルヲ得ズ。是コトヲ以テ、 $W$  ト  $P$  ト兩ナガラ平準センニハ、 $W$  ノ重サ  $P$  ニ六  
 倍セザルベカラス。

例スルニ、 $P$  一きろぐらむ、 $W$  六きろぐらむニシテ、 $P$  ノ降ルコト六めト  
 するナレバ、吾人ガ此ノ具ニ用フル所ノ勢ノ量ハ  $6 \times 1$  〇。ナラザルベカラ  
 ズ。抑、此ノ具ノ利トスル所ハ、一きろぐらむノ力ヲ以テ、六きろぐらむノ  
 重量ヲ舉グルニアレハ、勢ノ大涅槃説ニシテ曾、過テルコトナシトスルハ



ハ、其ノ上ル<sub>1</sub>一め<sub>1</sub>とるニ諭ユルヲ得ズ。何トナレバ萬一此レヲ諭ユル<sub>1</sub>アランニハ、得ル所ノ勢、出ス所ノ勢ヨリモ多ケレバナリ。蓋シWハ六條ノ索ヲ以テ支持シ、Pハ僅カニ一條ナルヲ以テ、P六め<sub>1</sub>とるヲ降ルガ爲ニ、Wヲ支持スル各條ハ無論、Wノ本體モ亦上ル<sub>1</sub>一め<sub>1</sub>とるナルベシ。故ニWノ上ル<sub>1</sub>Pノ六分一ナルベキハ、理ノ至テ觀易キ所ナリ。是コヲ以テ、今Wヲ擧ゲテ重力ニ對シ、便利ノ地位ヲ占メシムルガ爲、勢ノ所得ハ $G \times \frac{1}{6}$ ニシテ、Pヲ下グルニ費シタル所ト毫釐ノ差アル<sub>1</sub>ナシ。是レニ由テ之レヲ觀ルニ、此<sub>1</sub>ノ如キ器械ニ在リテハ、力ニ得タルモノ之レ<sub>1</sub>距離ニ失フ<sub>1</sub>ヲ知ルベシ。彼ノ水壓櫃ノ如キモ、亦此ノ法則ニ違ハズ。(第二十三圖ヲ觀ヨ。)

若シ水壓櫃、二塞、面積ノ割合、一ノ百ニ於ケルガ如クナラバ、小塞ニ十きろぐらひノ重サヲ置キ、大塞ニ載スル千きろぐらひヲ擧グベシ。但シ水ノ容常ニ同一ニシテ變ズルナキガ故、大塞ノ上ル距離、小塞ノ下ル距離、百分

一ニ過ギザルベシ。譬ヘバ小塞、十きろぐらひノ重量ヲ負フテ一め<sub>1</sub>とるヲ下ルトセバ、其ノ費ス所ノ勢ハ十ナリ。然レ<sub>1</sub>此ノ時、大塞ガ載スル千きろぐらひハ唯、僅カニ百分一め<sub>1</sub>とるヲ上ルベシ。故ニ此ノ距離ヲ上ルガ爲ニ得ル所ノ勢、亦、左ノ如シ、 $1000 \times \frac{1}{100} = 10$ 。詳ニ之レヲ述フレバ、費ス所ノ勢ト相比シテ更ニ多キヲ加ヘズ、又少キヲ爲サズ。是コヲ以テ、之レヲ推スニ、勢ノ新<sub>1</sub>ニ生ズル<sub>1</sub>能ハザル<sub>1</sub>理ハ、獨<sub>1</sub>此ノ水壓櫃ニ就キテ觀ルベキノミナラズ、實ニ百般ノ器械、皆此ノ理ヲ脱スル能ハズ。而シテ器械ノ爲ス所ハ唯、僅カニ吾人が取り扱ヒニ困ム、不便ノ勢ヲシテ、變ジテ便利ノモノヲラシムルニ過ギズ。何<sub>1</sub>ノ場合ニ於テモ、力ニ得ル所、之レヲ距離ニ失フ<sub>1</sub>一則ハ、普ク行ハレテ通ゼザルナク、即、下行ノ距離トカトヲ相乗ズルモノハ、上行ノ距離ト重サト相乗ズルモノニ均カラザルベカラザルナリ。



第四篇。

明界勢及ビ該勢ノ交換代謝。

第十六章。明界勢ノ區別。

第一百十七節。

明界勢トハ眼以テ視ルヲ得ベキ動ト、眼以テ視ルヲ得ベキ靜トノ勢ヲ指シテ云フ。譬ヘバ飛走スル彈丸或ハ流川ノ如キハ、眼以テ視ルヲ得ベキ動ニシテ、岩頭ニ安置スル石ノ如キハ、眼以テ視ルヲ得ベキ靜ノ例ナリ。第一種、眼以テ視ルヲ得ベキ動ノ勢中、亦自、許多ノ別アリ。其ノ第一ハ現ニ直動シテ眼以テ視ルヲ得ベキ速度ヲ有スル物、滾車、彈丸、風、流水、流星等ノ勢是レナリ。

第二ハ旋動ノ勢ニシテ、迅速ニ旋轉スル獨樂或ハ一機軸ヲ繞リテ自轉スル地球ノ勢ノ如キ是レナリ。

第三ハ擺動及ビ振動ノ勢ナリ。擺動勢ノ一例ハ、振子ノ動是レナリ。振動

Mechanical energy

第四篇。明界勢。



勢ハ樂器ノ絲絃ヲ以テ的例トス。蓋シ聲音ノ現象ハ、悉皆之レヲ以テ、明界勢中ノ振動勢ノ部類ニ屬セザルベカラズ。何トナレバ、發音體ノ動ク間、迅速ニシテ、眼以テ辨ジガタキヲアリト雖、其ノ實、粗大ナル物子ノ動ヨリ生ズルモノニシテ、彼ノ光ノ如ク細微ナル物子即チ嚴密ノ意味ニ於テ、分子ト稱スルモノノ動ニ由リテ起ルモノトハ、自ラ異ナル所ナキヲ得ザレバナリ。

又、某力ニ對シテ便利ノ地位ヲ占メ、動スレバ之レト交感セントスル物ノ靜勢アリ。譬ヘバ重力ヲ以テシテハ、岩頭ノ石、閘門上游ノ水、捲キ切りタル時辰儀ノ勢是レナリ。又或ハ彈力ヲ以テシテハ、滿チ持スル弩、開張セル撥條ノ靜勢及ビ其ノ他此レト類似スルモノ許多アリ。

右ニ示ス所ノ數種ノ明界勢ハ、事宜ニヨリテ彼此相、轉變スルヲアリ。又、時トシテハ數種ノ明界勢、數種ノ幽界勢ニ變ズルヲアリ。然レハ幽界勢ノ如キハ、其ノ旨、蘊奧ニシテ本書第二卷ノ論旨ニ屬スベキモノナルヲ

以テ、今、茲ニハ余輩主トシテ數種ノ明界勢ト、此ノ數種ノ明界勢ガ彼此相、轉變スルトノ說ヲ舉グル所アラントス。

## 第百十八節。直動ノ速度。

今茲ニ數種ノ明界勢ヲ說カントスルニ、直動勢ヲ以テ始メト爲シ、彈丸ノ勢ニ於テ、之レガ一例ヲ示サン。抑、彈丸ノ空中ヲ飛走スルヤ、其ノ動ノ幾分、之レト相觸ルル空氣ニ散傳スルヲ固ヨリナリト雖、今、運算ノ簡單ナランヲ欲シ、之レヲ入レズ。而シテ彈丸終ニ一條ノ索ヨリ懸垂セル木材ニ命中シテ、其ノ中心ニ嵌入シ、恰一種ノ振子ヲ爲スト看做シテ之レヲ論ゼン。

若シ彈丸ノ重サ二十ぐらひ速度、一秒間、二百めービるニシテ、其ノ嵌入スル木材ノ重サ二十きろぐらひナランニハ、命中スルノ前、彈丸ノ動量ハ  $20 \times 200 = 4000$  ニシテ、二百ノ速度ヲ以テ進行スル二十ノ質量ニ同ジ。其ノ命中スル後ニ至リテモ、動量、又、前ト均ク四千ナレド、但シ後ノ動量ハ、殆



○二ノ速度ヲ以テ、動ク所ノ二萬二十ノ質量ニ同ジカラザルベカラズ。今、第百節、勢ヲ算スルノ方法ニ從ヒ、右彈丸ノ勢ヲ算スルルルハ、命中前、彈丸ノ勢ハ、殆<sup>20</sup> $\frac{1000}{19.6} \times (200)^2$  10.8ナルモ、命中後、彈丸ト動搖スル木材即、振子ト合スル所ノ勢ハ、 $\frac{2,020}{1000} \times (0.2)^2$  0.0408ナリ。然ラバ、動ノ第三法則ヲ守リテ、動量、依然トシテ變ズルコトナシト雖、勢ニ至リテハ大ニ異ナラザルヲ得ズ、即、後ノ勢ハ唯、僅カニ前ノ勢千分一ニ過ギズ。其ノ源由、他ニアラズ、其ノ勢多ク明界ヲ去リ、唯、僅カニ之レガ殘餘ヲ留ムルノミ、然ラバ、其ノ勢ハ果シテ何ノ勢ニ變ゼシヤト云フニ、蓋シ、彈丸ノ木材ニ命中スルヤ、一種ノ操作ヲ爲シテ、其ノ内部ニ嵌入シタリ。其ノ嵌入スルニ際シ、有スル所ノ明界勢ヲ以テ、木質ヲ破却スルノ用ニ充テ、摩擦或ハ抵抗ト相爭フガ爲ニ費ヤシタリ。而シテ、其ノ成績ニ顯ルル所ノモノハ、熱ノ發生是レナリ。以テ、動量ノ質量、小ナル物ヨリシテ、其ノ大ナル物ニ遷移スルノ際ニ於テ、明界勢ノ熱ニ變ズルコトアル所以ヲ知ルベシ。

第百十九節。空氣ノ抵抗。

彈丸、空中ヲ飛走スルニ當リ、大氣ニ傳フル動量、漸ク散漫シテ、次第ニ遠ク波及スルモ、其ノ動量ハ、彈丸ノ前進スル方向ニ於テ、全キヲ存シ、毫モ減ズルコトナシ。然リト雖、該動量ノ代表スル勢ハ、動盪スル空氣ノ質量愈々多キヲ増スニ隨フテ益々少キヲ加フルコト、前節、彈丸ノ木材ヲ穿ツノ場合ニ同ジ。但シ、勢減スルノ理ナキヲ以テ、之レヲ推スルハ、此ノ時、其ノ狀ヲ變ジテ熱ニ化セシコト斷然知ルベキナリ。然ラバ、吾人若シ好手段ヲ設ケ、精密ニ試驗ヲ遂グルコトアラバ、彈丸ノ空氣ニ與フル騷擾、遠ク波及シテ終ニ辨ジガタキニ至ルモ、空氣ノ温度、若干ヲ増加スルコトアルヲ看出スヲ得ベキナリ。此ノ温度若干ノ増加ハ、取りモ直サズ、彈丸ヨリ來レル勢ヲ代表スルモノナリ。

余輩ハ茲ニ到リ、以上論ズル所ヲ以テ、動ノ第一法則ニ照シテ考フルルルハ、該法則ノ意義益々博キヲ認知スルニ難カラズ。動ノ第一法則ニ云ハク



外力之レニ加ハルコナキハ、一旦、行動スル物體ハ平等速度ヲ以テ、綿直進シテ止ムコナク、其ノ動量ト勢トノ二者、依然トシテ失フ所ナカルベシト。然ルニ今、該動體外ノ力、譬ヘバ空氣ノ如キモノアリテ其ノ作用ヲ動體ニ及ボスハ、該動體ハ動量ト勢ト兩ナガラ之レヲ失ヒ、動量ハ動體ヲ去リテ空氣ニ遷リ、漸ク遠キニ達スルニ從ヒ、其ノ動量ノ傳ハルベキ空氣ノ質量多キヲ加ヘ、以テ其ノ全量ヲ傷クルコナシ。而シテ其ノ勢、亦同ク動體ヲ去リ結局變ジテ熱ト爲リ、以テ其ノ量ヲ保存ス。

第二百二十節。無彈性體ノ衝突。

今、余輩ハ無彈性ノ兩體互ニ相、衝突スルノ現象ニ轉説スベシ、一物重サ二十ぐらむニシテ速度、毎秒、二十めーとるナルモノアリ。又、他ノ一物重サ十ぐらむ、速度、十六めーとるナルモノアリテ其ノ進動スル方向、相反ストシテ之レヲ論セン。即チ甲ニハ四百ノ動量アリ、乙ニハ百六十ノ動量アレバ、甲ノ動量、乙ニ超ルコト二百四十ナラザルベカラズ。此ノ贏餘ノ動

量、二百四十八動ノ第三法則ニヨリ兩體相、衝突スルノ後ニ至リテモ、其ノ全量ヲ保存セザルヘカラザルガ故ニ、兩個合併シテ一トナリ、其ノ質量、三十ぐらむハ衝突スル後、八ノ速度ヲ以テ進動スベシ、(兩個合併シテ)フ所以ハ、兩體共ニ無彈性ナルガ故ニ、其ノ相、出會(但シ衝突前、兩體ノ勢ヲ合併スルヤ、共ニ一方ニ向フテ進動スベケレバナリ。)セバ、 $\frac{20}{1000} \times \frac{(20)^2}{19.6} + \frac{10}{1000} \times \frac{(16)^2}{19.6} = 0.539$ ニシテ、衝突後ハ唯、僅カニ  $\frac{30}{1000} \times \frac{(8)^2}{19.6} \parallel 0.098$ ナリ。然ラバ、今其ノ餘ノ勢ハ何ノ狀ヲ爲セリヤト云フニ、前ニモ云ヘルガ如ク、其ノ狀變ジテ熱ト爲リタリ。以テ無彈性ノ兩體、衝突スルハ明界ノ動勢變ジテ熱ト爲ル現象ヲ生ズルノ理由ヲ知ルベシ。

第二百二十一節。彈體ノ衝突。

然ルニ相、衝突スル所ノ二物、十分ノ彈性ヲ有スルハ、其ノ發スル所ノ現象、亦自ラ前ト異ナラザルベカラズ。(體ヲ壓縮シ、或ハ之レヲ伸張シ、或ハ之トスル動量、ニシテ、其ノ初、之レヲシテ變セシメントスル動量ト) 此ノ場合ニ相均キ時ハ、此ノ如キ體ヲ稱シテ、十分ノ彈性ヲ有スル體ト云フ。於テハ、明界ノ動勢、變ジテ熱トナラズ、眼以テ視ルヲ得ベキ動勢ト、動量



トハ依然トシテ其ノ全量ヲ保存シ、即チ衝突前ト同一ナリ(疑フヲクハ勢  
ノ幾分、變ジテ勢  
雖、今之レヲ算セズシテ可ナリ)

譬ヘバ、玆ニ十分ノ彈性ヲ有スル體、大小二個アラシ、甲ハ重サ四きろ  
グラム、乙ハ三きろグラムアリトシ、四きろグラムナルモノハ、毎秒五め  
ーとる、三きろグラムナルモノハ四めーとるノ速度ヲ以テ、共ニ同一方  
ニ向フテ進ミ、大體ハ小體ヨリ少ク遅レテ出發セシモ、其ノ速度ノ大ナ  
ルガ爲、途中、小體ニ追ヒ及ビテ、互ニ衝突スルト看做スルハ、彈性ノ法則  
ニ因リ、其ノ衝突後、大體ノ速度ハ、七分二十九、小體ノ速度ハ七分三十六  
ナルベシ。然リ而シテ衝突前、其ノ合計ノ動量ハ  $4000 \times 5 + 3000 \times 4 = 32000$ 。  
ニシテ衝突後ニハ其ノ合計ノ動量  $4000 \times \frac{29}{7} + 3000 \times \frac{36}{7} = 32000$ 。即チ前  
ト同一ナリ。又其ノ衝突前ノ勢ハ  $4 \times \frac{(5)^2}{19.6} + 3 \times \frac{(4)^2}{19.6} = \frac{148}{19.6}$ 。ニシテ衝突後  
ニハ  $\frac{4 \times (\frac{29}{7})^2}{19.6} + \frac{3 \times (\frac{36}{7})^2}{19.6} = \frac{148}{19.6}$ 。即チ又前ト同一ナリ。以テ動量ト勢ト兩ナ

二十

ガラ依然トシテ保存シ、兩體相衝突スルガ爲ニ變セザルヲ知ルベシ。  
衝突ノ現象中最モ奇觀ナルハ、彈性アル一球進行シテ静止スル同大ノ一  
球ニ當リ、其ノ中心ヲ衝クノ時ニアリ。此ノ場合ニ於テハ、動球全ク其ノ  
動ヲ失墜シ、靜球其ノ動ヲ受ケテ進行ス。故ニ彈性アル球、許多ヲ羅子テ  
一列ト爲シ、列端ノ一球ヲ一撃スルハ、其ノ動、頃刻ニシテ各球ヲ經傳  
シ、終ニ末球ニ達スレバ、此ノ球獨リ進動シテ列ヲ離ルベシ。

第二百二十二節。旋動勢。

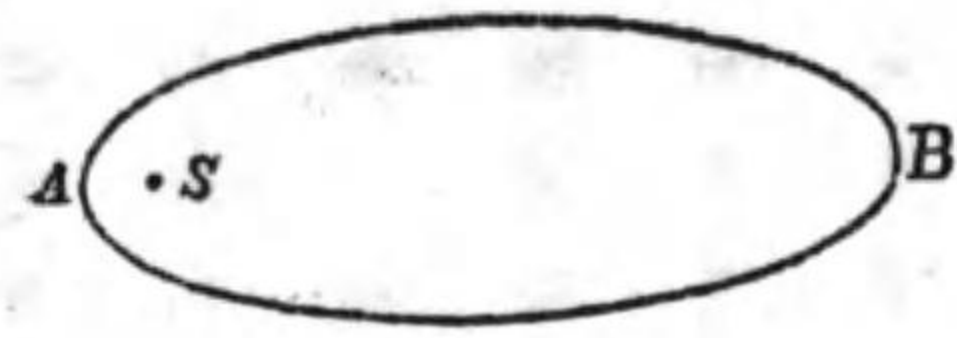
直動ニ次ギテ論ズベキハ旋動ナリ。余輩、今、迅速ニ旋轉スル圓板ニ就キ、  
簡單ニ此ノ動ヲ説カン。該旋動ノ場合ニ於テハ、既ニ第十七節ニ看ユル  
ガ如ク、頗ル大ナル凝聚力ノ行ハルルヲナクンバアラザルナリ。何トナレ  
バ、之レヲ動ノ第一法則ニ徵スルニ、板ノ周圍ニ於ケル物子ハ、平等速度  
ヲ以テ、直行セントスルノ情アリ。然ルニ其ノ旋動シテ敢テ直行セザル  
ヲ看レバ、別ニ力ノ絶ヘズ、其ノ上ニ働クモノナカルベカラザレナリ。



即其ノ働ク力ハ、實ニ凝聚力ニシテ、此ノ凝聚力、終始、物子ノ飛ビ去ラン  
トスルノ情ト相抗シテ、板ノ解體セントスルヲ防ギ、以テ凝聚力ト遠心  
カト互ニ讓リテ相、中和スル所ノ動即、旋動ヲ生ズルナリ。抑、此ノ旋動ノ  
現象ニ於テハ、板ノ物子ガ動ク方向ハ、終始變ズレテ、其ノ速度ハ恒ニ同  
一ナラザルベカラズ。萬一、速度ニシテ變ズルアラン歟、全板ノ動勢、亦從  
フテ變ゼザルヲ得ズ。然レモ、勢ノ大涅槃説ヲ以テ之レヲ推スニ、摩擦或  
ハ其ノ他、抵抗ノ板上ニ働クナカランニハ、板ノ動勢決シテ變ズルガ  
如キアアルベカラズ、依然、舊ヲ守リテ其ノ全量ヲ保存スベシ。但、摩擦或  
ハ其ノ他、抵抗スルモノアルハ、板ノ動勢、漸漸之レヲ辭シ、之レト相、軌  
轢スル所ノ物ニ移ルベシ。大氣中ニ獨樂ヲ旋轉スルガ如キ是レナリ。概  
シテ云ヘバ、凡、中心ニ一カヲ有シ、之レヲ周廻スル物ノ軌道、正圓ナラン  
歟、其ノ速度、終始、平等ニシテ其ノ質量ノ有スル明界ノ動勢常ニ變ゼズ。

第二百二十三節。

第十六章。明界別ノ區別。



第十四圖

然レモ、物ノ軌道、楕圓ナルハ、速度ト勢ト兩ナガラ變ズルナキヲ得  
ズ。余輩、今、彗星ノ動ヲ以テ、之レヲ證セン。夫、彗星ハ、甚、細長キ楕圓ノ軌  
道ヲ畫シテ太陽ヲ廻ルノ體ニシテ、此ノ場合ニ於テ、太陽ハ彗星ノ軌道  
ニ對シ、幾何學上ノ一焦點ニ地位ヲ占ム。

第四十一圖、彗星Bニ在ル時ハ、太陽ヲ去ルト最、遠ク、Aニ於テハ、最近シ、  
今、彗星、BヨリAニ向フテ進ムノ際ハ、漸漸、太陽ニ近ツクノ時ニシテ、其  
ノ現象、石ノ地ニ墜ツルハ發スルモノト同ジキナリ。

石ノ地ニ向フテ墜ツルノ際、其ノ靜勢、漸漸、動勢ニ變ズ、  
之レト同ク、今、彗星、Bニ在ルハ、有スル所ノ靜勢、太陽ニ  
近ツク間ニ動勢ニ化シ、其ノ動勢ニ化スルノ極、終ニ進  
ミテAニ至レバ、甚、疾迅ノ速度ヲ以テ動ク。此ノ際、彗星  
ハ實ニ太陽ニ向フテBSノ距離ヨリASノ距離ニ近  
ヅケリ。而シテ其ノ動勢ノ増加スル量ハ、此ノ如ク迂回

第四篇。明界勢。



セズ、太陽ニ向フテ、B Sノ距離ヨリA Sノ距離ニ至ルマデ、直落スル體ノ得ベキ動勢ト同クシテ、此ノ處ヨリ彼ノ處ニ至ル路ノ迂直ニ關セザルナリ。蓋シ右ノ如キ現象ハ、吾人獨リ之レヲ彗星ニ於テ、徵スルノミナラズ、地球及ビ他ノ遊星ニ至リテモ、通ジテ行ハルル所ナリ。譬ヘバ地球ノ太陽ヲ遠ルヤ、之レニ最モ接近スル時、其ノ動最モ迅速ナリ。今、地球、太陽ヲ去ルノ最モ遠キ其ノ距離九千二百九十六萬五千英里トシ、最モ近キ其ノ距離八千九百八十九萬五千英里ト看做セバ、其差、三百七萬英里ハ地球ガ太陽ニ向フテ落下スル距離ヲ代表スルモノナリ。然ラバ、地球ガ太陽ヲ去ルノ最モ近キ處ニ在ルルハ、其ノ最モ遠キ處ニ在ル時ニ比シ、動勢更ニ大ナラザルベカラズ。而シテ其ノ更ニ大ナル割合ハ、太陽ノ大引力ニ感ジテ三百七萬英里ヲ墜ツル所ノ地球ノ質量ニ由リテ起ルモノトス。

第二百二十四節。斜面ヲ轉下スル體ノ勢。

勢ノ法則ヲ以テスルルハ、斜面ヲ轉下スル體ノ速度ノ如キハ、一舉シテ

直ニ之レヲ判定シ得ベシ。

例スルニ、一體アリ、坦滑ナル斜面ヲ轉下スルヲアランニ、今姑シ其ノ摩擦ヲ措キテ論ゼズ、斜面ノ直高、十めトスルナリトセバ、體、斜面ヲ轉下シ終レバ、最初、出發スルノ時ニ比シ、地心ニ近キトスルニシテ、此ノ時、體ガ失フ所ノ靜勢ト得ル所ノ動勢トノ量ハ、此ノ體斯ク斜面ニ沿フテ轉下セズ、直落スルノ十めトスルニシテ、失フ所ノ靜勢ト得ル所ノ動勢トノ量ト全ク符合シ、其ノ轉下スル斜面ノ欹傾シ、又ハ彎曲スルトニ相關セザルナリ。是コヲ以テ、余輩ハ勢ノ原理ヲ推シテ物體、斜面ヲ轉下スル時ノ速度ハ、專シ、斜面ノ直高ニ關スレバ、其ノ欹傾スル多少ニ關セザルナリトノ器械學中、人ノ善知レル一命題ヲ按出ス。

然レモ若シ、斜面、粗鬆ナルカ或ハ許多ノ小斜面、圭角ヲ爲シ、之レヲ聚造スルルハ、右ノ命題、復、通ゼザルベシ。何トナレバ、斜面、粗鬆ナレバ、之レニ沿フテ轉下スル體ノ勢、摩擦ノ爲ニ幾分ヲ失ヒ、或ハ許多ノ小斜面、相連ナ



リテ欹傾ノ角度、突然、起伏スルヲアレバ、體、又斜ニ其ノ角ニ衝突シ、爲ニ其ノ勢幾分ヲ失ヘバナリ。

第二百二十五節。明界ノ靜勢。

明界ノ靜勢ハ讀者既ニ説ク所ヲ以テ了解スルニ足ルベシ。若シ重力ヲ以テ働ク所ノカナリトセバ、巖頭ノ石、閘門上游ノ水、捲キ切りタル自鳴鐘ニ就キテ、此ノ種類ノ勢ヲ觀ルヲ得ベシ。又或ハ滿ヲ持セル弩、若クハ撥條ヲ捲キ切りタル懷中時計モ亦、靜勢ヲ觀ルベキモノニシテ、此ノ二者ハ彈性ノ力ニ對シテ便利ノ地位ヲ占ム。凡ソ右等數種ノ明界ノ靜勢ハ、變ジテ明界ノ動勢ト爲ルヲ亦、自然ノ數ナリ。岩頭ノ石、斷崖ヲ轉下シ、閘門上游ノ水、用ヒテ以テ碾磑機ヲ動カスベク、自鳴鐘ノ鐘、以テ數個ノ輪ヲ旋ラシ、弩、以テ箭ヲ發チ、懷中時計ノ撥條、以テ相、連繫スル數多ノ輪ヲ轉ズル等是レナリ。

×第二百二十六節。振子ノ勢。

次ギニ余輩ガ講窮セントスル要旨ハ、擺動及ビ振動是レナリ。此ノ二動ニ於テハ、體ノ勢、動靜代、相交ハルモノトス。

今、振子ヲ以テ、極メテ簡易ナル擺動ノ一例ニ供セン。先、振子ノ鐘、靜止ノ點ヨリ一起シテ其ノ弧線ノ形ヲ爲セル行路ノ極端ニ進ミ、將ニ原位ニ復セントスルニ當リテハ、其ノ地位恰ニ上行ヲ終リ、將ニ下行セントスル石ノ地位ト一般ナリ。此ノ時、錘及ビ石ノ勢ハ、重力ノ威勢ニ對シテ便利ノ地位ニ在ルモノニシテ、即チ靜ナリ。又、錘、落下シテ最低ノ處ニ達スレバ、其ノ靜勢悉ク動勢ニ變ジ、若シ摩擦或ハ抗抵ナケレバ、出發點ノ他ノ一方ニ向テ進ミ、其ノ速度、嚮ニ落下シタル高サニ上起スルニ足ルベシ。錘、此ノ方ニ於テ、再ヒ弧線ノ頂ニ達スレバ、前ノ如ク、其ノ勢全ク靜トナリテ將ニ再ヒ落下セントス。此ノ如ク、左ヨリ右ニ、右ヨリ左ニ代、一往、一來、擺動シテ止マズ。而シテ其ノ速度ハ常ニ最低ノ處ヲ通過スル時ヲ以テ、最モ疾迅トシ、其ノ全量ノ靜勢ヲ存スルハ、獨リ弧線ノ左右、兩端ニ達スル時ニ



アリ。今、勢ノ原理ヲ以テスレバ、錘ノ弧線中何レノ處ニ在ルヲ問ハズ、一次ニ其ノ速度ヲ算定スルヲ得ベシ。即チ次例ニ就キテ之レヲ看ヨ。

[問]一きろぐらむノ錘ヲ垂ルル振子アリ。該錘ノ起落スルヤ、最高處ニ在リテハ最低處ニ比シ、高キ一でしめ一とるナリト云フ。最低處ニ達スル時、錘ノ得ル速度、幾何ナルヤ。

[答]此ノ錘ノ勢ハ、重力ノ爲ニ一でしめ一とるヲ直落スル一きろぐらむノ體ノ得ベキ勢ト全ク同一ナラザルベカラズ。詳ニ之レヲ云ヘバ、今一め一とるヲ直落スル一きろぐらむノ體ノ勢ヲ以テ、一ト看做スルハ、錘ノ勢ハ〇・一ナルベシ。是コヲ以テ、其ノ速度ハ  $\sqrt{19.6} \approx 0.1$  ノ式ニヨリ之レヲ算出シ得ベシ。(第百節ヲ參考スベシ)故ニ。||一ト得。然ラバ錘ノ最低處ニ達スル時ニ得ル速度ハ一・四ナリ。

第百二十七節。ふうち一氏ノ試驗。

重錘ヲ織絲ニ懸ケ、一ノ振子ヲ作ランニ、此ノ絲ノ振子ノ上ニ爲ス働キ

ヲ以テ、緊張力ノ所爲ノミト看做サンニ、サレバ絲ノ振子ニ對スル効用ハ錘ノ重量ヲ支持シ、之レヲシテ起落セシムルニ止マルモノナラザルベカラズ。此ノ如キ振子ノ擺動スルヤ、常ニ鉛直ノ一平面ニ於テセザルベカラザルヲ明カナリ。(鉛直ノ一平面トハ振子ノ起落スル後、紙片ヲ垂レテ看レハ其ノ義自明ナルヘシ)譬ヘバ之レヲ懸クル針ヲ旋回スルモ、其ノ擺動スル平面ヲシテ變セシムルヲ得ザルナリ。何トナレバ、振子ノ動獨リ此ノ一平面ニ於テスルノミナラズ、尙且、其ノ動ノ方向ヲ變ズルニ力即チ絲ノ緊張力及ビ地球ノ重力ノ如キモ、皆、振子ノ動ト共ニ、該平面中ニ於テ働クガ故ニ、振子ノ動終始此ノ平面ニ於テセザルベカラザルコト論ヲ俟タザレバナリ。今、余輩ハ右ノ振子ヲ提ゲテ地球ノ極北ニ到リ、之レヲシテ擺動セシムルニ、ぐりんらうち經線(英國司天臺ノ所在ぐりんらうち經線)ト符合スベキ平面ニ於テスルアリト假想セヨ。此ノ場合ニ於テ、振子ノ動終始全ク當初、起落シタル平面ニ於テスルヲ前ニ云ヘルガ如クナルベシ。然レモ此ノ際、地球ハ自轉シテ止マザル



ガ故、諸ノ經線、之レト與ニ周廻シ、振子ノ起落ヲ始メテヨリ六時間ヲ經ルルハ、ぐりんうち經線ノ平面、處ヲ移シテ當初ノ地位ト正又シ、九十度ノ角ヲ爲スベシ。今此ノ諸ノ經線ヲ振子ノ下ニ當ル地面ニ畫スルトセバ、極地ニ在リテハ、此ノ經線、二十四時間ニ中心ノ一點ヲ定メ、之レヲ繞リテ一周スベシト雖、振子ノ起落スル平面ハ、一定シテ變ズルコトナシ。故ニ經線ハ振子ノ擺動スル平面ヲ又切シテ通過スベシ、又或ハ之レヲ其ノ外觀ノ有様ヨリ評スルルハ、振子ノ擺動スル平面、諸經線ノ所在ヲ又切シ、前ト反對ノ方向ヲ以テ、毎二十四時間ニ地軸ヲ一周スルノ狀、恰、一種ノ時辰儀ヲ爲スガ如キヲ覺ユト云フモ理ハ一ナリ。右ニ述ブル所、譬フルニ極地ヲ以テスルモノハ、說ノ簡約ナルヲ欲シテナリ。蓋、極地ノ外、他處ノ緯度ニ於テ振子ヲ擺動スル上ニテ、之レヲ論ズルルハ、其ノ成蹟較、繁雜ニ涉ルノ恐レアレバナリ。此ノ巧妙ノ試験ハ故人ふうこー氏 (Foucault.)ノ創意ニ出ヅル所ニシテ余輩ハ此ノ一試験ノミヲ以テ、地球自轉

ノ理ヲ確證スルニ足ルノ力アリ。

## 、第二百二十八節。振動勢。

擺動ニ次ギテ説クベキモノハ、振動ニシテ、絲絃或ハ鈴鐸等ノ動是レナリ。此ノ動ハ甚、振子ノ動ニ類ス。蓋、振動ニ於テハ、體ノ物子代、動靜ニ勢ノ狀ヲ爲スコト恰、擺動ト一般ニシテ、其ノ物子、當初、靜止セシ地位ノ左右ニ於テ振動シ、該地位ヲ通過スル時、其ノ動常ニ最、迅速ナリ。而シテ既ニ此ノ地位ヲ通過シ、上行ヲ終リテ將ニ其ノ原位ニ復セントスルニ當リテハ、其ノ動勢全ク靜勢ニ變ジテ虛無トナルコト、一ニ振子ノ錘ニ異ナラズ、以テ擺動ト振動トノ異同ヲ看ルベキナリ。然ルニ、振子ト振動體ト相似ル所ノ點尙、且、之レアリ。抑、振子ノ漸、動ヲ失フヤ、之レガ源由ヲ爲スモノニアリ。第一、空氣ノ抵抗、第二之レヲ懸クル支撐物ノ摩擦是レナリ。空氣ノ抵抗ニヨリテ失フ所ノ動ハ、終ニ熱ニ變ジ、摩擦ノ爲ニ散ズル所ノ動、亦、熱ニ化ス。



振動體ニ在リテハ、其ノ動ノ幾分、空氣ニ駕シ、最初之レヲシテ波動ヲ起サシム。此ノ波動、吾人ノ耳朶ニ達スルハ、之レヲ音ト名ヅク。然レモ後ニ至リ、其ノ狀變ジテ熱トナル。又其ノ幾分ハ振動體ノ諸部互ニ相軋スルガ爲ニ變ジテ熱トナルモノアリ。是コヲ以テ之レヲ考フルハ、明界ノ振動勢、其ノ極終ニ熱ニ變ズト雖、其ノ變ズルノ前、先、空氣中ニ一種ノ波動ヲ起シ、聲音トナリテ耳ニ感激スルヲ知ルベキナリ。下文此ノ波動ヲ稍、詳説シテ、以テ此ノ篇ヲ終ヘントスルニ際シ、今差シ當リ、前數節ニ於テ陳述シタル明界勢ノ諸狀ヲ簡畧ニ復舉セントス。

第二百二十九節。前説ノ大要。

明界勢ノ第一ハ直動勢ニシテ、我が地球面上ニ於テハ摩擦ト抵抗トノ爲其ノ極終ニ熱ニ變ズ。第二ハ旋動勢是レナリ。第三ハ楕圓ノ軌道ヲ行動スル體ノ勢ニシテ、此ノ場合ニ於テハ、體ノ軌道ヲ旋ル間ニ、靜勢漸、動勢ニ變ジ、動勢反テ復、靜勢トナリ、中心力ニ最近キ時、動勢最多ク、之レニ

最モ遠キ時、靜勢最モ多シ。第四ハ岩頭ノ石ノ勢即チ其力ニ對シテ便利ノ地位ヲ占ムル體ノ勢。第五ハ擺動勢即チ其ノ一例ヲ舉グレバ振子ノ勢ニシテ、動勢ト靜勢ト代、相交ハルモノ是レナリ。但シ此ノ勢ハ摩擦ト抵抗トノ爲ニ散失シテ、其ノ極終ニ熱ノ狀、爲ス。第六ハ絲竹管絃ノ振動スル勢ニシテ、擺動ノ勢ト其ノ相似タル所ハ、各物子ノ勢、一動、一靜代、相交ハルヲアルト、又終ニ熱ノ狀ヲ爲ストニ在リ。

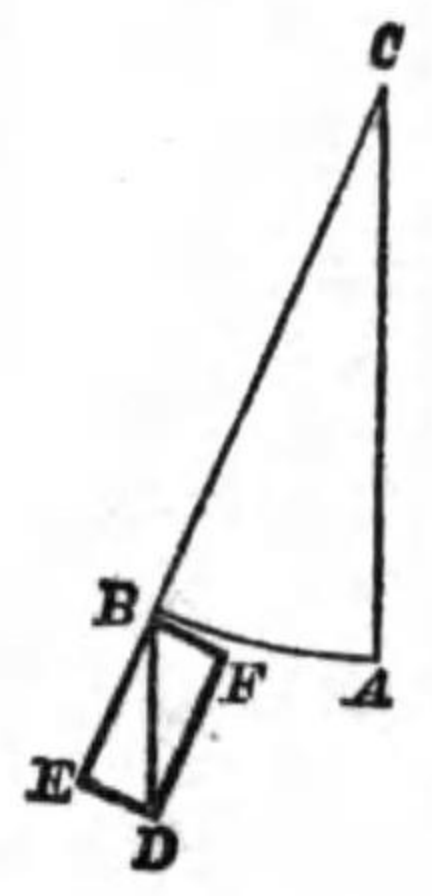
第十七章。波動。

第三百三十節。

余輩ハ茲ニ先、聲音ノ理ヲ講究スルノ階梯トシテ、擺動ノ現象ニ就キ較、審ニ説クアラントス。第四十二圖ノ振子ニ於テ、Cヲ以テ出起スル點トシ、Aヲ以テ起落スル最低ノ點トス。今、錘、擺動シテ何レノ處ニ在リテモ、Aニ向フテ之レヲ推シ進ムル力ノ強弱ヲ算出スルハ甚ダ易シ。假リニ錘、



Bニ在ルト定メテ論ズレバ、錘ノ重量ハ真直ニ下ニ向フテ働クガ故ニ、  
 余輩ハBD線ヲ以テ錘ノ重量ヲ代表スルヲ得ベシ。今、力ノ中斜方ヲ以  
 テ、BDヲBE及ビBFノ二力ニ分ツベシ。此二力ノ中、BEノ方向ハ、絲  
 ノ方向ニ在リ。故ニBEノ爲ス所ハ、唯、絲ヲ引クノミニシテ、錘ノ動ト相



圖二十四第

關スルナシ。然レモ其ノ一半BFハ、正ニ  
 錘ノAニ向フテ進マントスル線路中ニ  
 在ルガ故ニ、此ノ力ノ爲ス所ハ、全ク錘ノ  
 速度ヲ増スニアリ。故ニ吾人ハBFヲ以テ、錘ノB點ニアル時、Aニ向フ  
 テ之レヲ推シ進ムル力ヲ代表スルヲ得ベキナリ。今、幾何學ニ於テ、其ノ  
 式ヲ立ツレバ即チ左ノ如シ。  $BF = BD \sin \angle EBD$ 、 $EC$ ハDFト併行ス。故ニ  
 $BD \sin \angle EBD = BD \sin \angle EBD$ 、 $BD$ ハCAニ併行ス。故ニ  $BD \sin \angle EBD = BD \sin \angle C$ 、但チ式  
 中ノBDハ錘ノ重量ヲ代表スルモノナリ。是コヲ以テ、錘何レノ處ニアル  
 ナ問ハズ、Aニ向フテ之レヲ推シ進ムルノ力ハ、之レヲ懸クル絲ト、錘ノ初、

静止セル處ニ垂ルル鉛直線ト相交ハル角ノ正弦ニ、錘ノ重量ヲ乗ジタ  
 ルモノニ均クシテ、畢竟スレバC角ノ正弦ニ準ズ。蓋シ振子ガ鉛直線ノ左  
 右ニ於テ、擺動スル距離、些小ナレバ、其ノ弧線BA及ビC角、亦、甚小ナル  
 ベシ。此ノ如キ場合ニ於テハ、角ノ正弦ハ弧線ニ準ジテ殆、差異ナシト云  
 フモ可ナリ。故ニC角ノ正弦ニ準ジテ、Bニ於テ働ク所ノ力ハ、直ニ弧線  
 ABニ準ズ。而シテABハ當初、静止ノ地位ヨリ起リテ錘ノ通過シタル  
 距離ナルヲ以テ、錘ヲ推シ進ムル力ハ、錘ノ當初、静止ノ處ヲ去ル距離ニ  
 準ズ。他語ヲ以テ之レヲ云ヘバ、錘ノ處ヲ移ス多少ニ準ズ。

第三百三十一節。均時性。

前節説ク所ヲ以テ、小擺動ヲ爲ス振子ニ於テハ、錘ヲ動かス力ノ強弱ハ、  
 錘ノ居ヲ移ス多少ニ準ジ、錘、當初、静止ノ地位ヲ去ル、最遠クシテ其ノ  
 速度、虛無ノ時ニ當リ、威勢最、強ク、錘、最低處ニ達シ、其ノ速度、最大ナル時  
 ニ當リ、威勢、虛無トナル所以ヲ知ルベシ。



撥條、弩等ノ如キ彈力アル體ニ發スル所ノ現象、亦全ク振子ニ於ケルト異ナラズ。總ベテ此レ等ノ體ニ於テ、之レヲシテ當初、靜止ノ地位ニ復セシメントスル力ハ、其ノ居ヲ移ス多少ニ準ジ、且、其ノ體當初、靜止セシ地位ノ兩側ニ於テ、振子ノ如ク往復スルノミナラズ尙、其ノ往復スル時間ノ如キニ至ルマデ毎回、同一ニシテ、通過スル距離ノ遠近ニ關スルナキト振子ト一般ナリ。第五十三節ヲ參考スベシ。撥條ヲ以テ之レヲ例セン。今之レヲ開暢シテ振動セシムルニ、前後ニ往復スルト毎秒、一回トシ、其ノ居ヲ移スト一ナリト看做スニ、若、更ニ之レヲ開暢シテ其ノ居ヲ移スト二ト爲スルハ、其ノ往復スル所ノ距離、亦、増シテ前ノ二倍トナルモ振動ノ割合仍、毎秒、一回ナルベシ。

右ノ均時性、即、距離ノ遠近ニ關セズシテ、振動スル性ノ原理ヲ以テ、各種ノ彈體ニ適用スルヲ得ベシ。譬ヘバ、今、一ノ彈體ニテ作レル一條ノ杖ヲ取り、少ク力ヲ用ヒテ之レヲ枉ク、其ノ頭ノ居ヲ移スト一、みりめいと、る

ナルモ、又或ハ更ニ強ク之レヲ枉ク、其ノ頭ヲシテ二、みりめいと、るノ處ニ致サシムルモ、振動スル時間、同一ナルベク。又、他ノ彈體ヲ以テ作レル杖ヲ取り、之レヲ試ムルモ、亦、距離ノ大小ニ論ナク、其ノ振動スル時間共ニ同一ナルベシ。但、乙杖ト甲杖トハ、其ノ性質異ナルコトアレバ、其ノ振動時間、甲乙、共ニ必、シモ同ジト云フニアザサルノミ。

### 第三百三十二節。振動ノ時間。

然ラバ、彈體ノ振動時間ハ、如何ナル事情ニ關スルヤト云ハンニ、今、此ノ一問ヲ説明センニハ、余輩之レヲ動學上ノ原理ニ訴ヘザルヲ得ズ。而シテ此ノ疑問ハ、振動論中ニ於テ、頗、切要ナルノミナラズ、此ノ疑問ヲ制裁スルノ力アル動學上ノ原理タルヤ、余輩ハ高等數學ノ手段ヲ用ヒズシテ、之レヲ讀者ノ面前ニ供スルヲ得ベク、讀者亦之レヲ會得スルニ難カラザルベケレバ、稍、詳密ノ點ニ涉リテ、左ニ之レヲ解カントス。

先、第一ニ質量、同一ナル彈體、甲乙、兩個アリ。其ノ靜止點ノ左右直線面内



ニ於テ、振動スルニ、各自、静止點ヲ隔ル距離ノ多少ニ準ズル力ヲ以テ、此ノ點ノ方ニ引カルルナレバ、静止點ヲ隔ツルノ距離、兩個、相同ジカラシニハ、此ノ力ノ強弱、亦、一ナルベキヲ論テ俟タズ。然ルニ今、乙體ノ振動スル行路ノ長サ、甲體ノ振動スル行路ニ二倍スルト看做スベシ。次ギニ兩體ノ行路ヲ細分シテ許多ノ小區ヲ形ヅクリ、該小區ノ數、兩體行路ノ長短ニ關セズ共ニ同ジトシ。又、乙體行路ノ各部分ヲシテ甲體行路ノ各部分ニ二倍セシメ、以テ乙體行路ノ全長ト其ノ諸區トハ、甲體行路ノ全長ト其ノ諸區トニ二倍スト看做スベシ。斯デ余輩ハ各自ノ彈體ガ最初先、静止ノ點ヨリ起リテ、其ノ行路ヲ終リ、再々轉ジテ力ノ中心點(即、静止點)ニ近ヅカントスルニ當リ、其ノ行路ノ末端ニ於ケル一區ヲ通過シ去ルノ時間ヲ考究セントス。

扱、行路ノ末端ニ於ケル區ノ長サト振動力トハ、乙體、甲體ニ二倍セザルベカラズ。余輩ハ今、說ノ簡單ナルヲ欲シ、體ヲシテ静止點ニ向ハシムル

力ヲ以テ、一小區ヲ通過スルノ間、變セザルモノト看做シテ之レヲ論ズルモ可ナリ。

然ルルハ末端ヲ通過スルノ時間ハ、兩體ニ於テ異ナル所ナカルベシ。何トナレバ、乙體ノ區ハ甲體ニ二倍スト雖、其ノ振動力、亦、二倍セザルベカラザレバナリ。此ノ理由ヲ悟ラント欲セバ、姑、反顧シテ若シ地球ノ重力ニシテ現時行ハルルモノノ二倍ナラン歟、此ノ場合ニ於テ吾人、石ヲ投ゼンニ、石ノ第一秒時間ニ通過シ去ルノ距離、亦從フテ二倍ナラザルベカラズト考フルルハ、自、釋然タルモノアラン。

加之、兩體既ニ行路ノ末端ナル第一區ヲ通過シ去リ、將ニ第二區ニ入ラントスル時ニ有スル所ノ速度ノ如キモ、乙體ニ於テハ、甲體ニ二倍セザルベカラザルナリ。此ノ理由ニ通セントセバ、若シ重力ノ威勢ニシテ現時ノ二倍トナルヲアラン歟、静止ノ點ヨリ落下スル體ノ若干時間ニ得ル所ノ速度、亦、現時ニ二倍セザルベカラズト想フルハ、胸中ノ惑、自、去ラン。



兩個ノ彈體既ニ第一區ヲ通過シ終リ、次ギテ第二區ニ入ルニ、該區ノ距離、乙體ハ甲體ニ二倍スト雖、甲體ニ二倍スル速度ヲ以テ、此ノ二倍ノ距離ヲ有スル區中ニ入り來リ、且、乙體ノ靜止點ヲ隔ツル距離、甲體ノ靜止點ヲ隔ツル距離ニ二倍スルヲ以テ乙體上ニ働ク所ノ持重力（即ち振動力、持重力ノ三節ニハ第<sup>四十</sup>）ハ、此ノ第二區ノ全域ヲ通ジテ甲體ニ二倍セザルベカラズ。是コヲ以テ、第二區ヲ通過シ去ルノ時間ハ、甲體ト乙體トニ於テ異なる所アルヲ看ズ。

右ノ論理ヲ以テ進ムルハ、甲體ガ其ノ行路中何レノ邊ニアルヤヲ論ゼズ、其ノ一區ヲ通過シ去ル時間ハ、乙體ガ之レニ對照スル一區即ち同番號ノ區ヲ通過シ去ル時間ト同ジキ所以ヲ證明スルニ十分ナルベシ。右ノ如ク、既ニ各區ヲ通過シ去ル時間、兩體相異ナルナキハ、其ノ行路ノ末端ヨリ靜止點ニ至ルマデノ全距離ヲ通過シ去ル全時間ノ如キニ至リテモ、兩體共ニ同カラザルベカラサルヲ明ナリ。斯ク論ジ來リテコソ、余輩

ハ茲ニ始メテ、距離ノ長短ニ準ゼルカヲ以テスルハ、二行路ノ體ト一行路ノ體ト同時ニ振動スルノ廉ニ於テ、振動體均時性ノ理由ヲ證據立ツルヲ得タリ。

今、余輩ハ少ク論歩ヲ轉ジ、兩體ノ行路、正ク相均クシテ長短ナシトシ、此ノ兩行路ヲ細分シテ許多ノ小區ヲ形ヅクルト上ノ如クシ。但シ之レヲ細分スルノ法、其ノ各區ノ長サヲシテ兩行路共ニ相同カラシムルトシ、其ノ振動力ハ兩體共ニ相同ジキモ、其ノ質量ハ乙體、甲體ニ四倍スルト看做シ、以テ兩體振動スルノ遲速ヲ論ゼンニ、甲體ノ第一區ヲ通過シ去ルノ時間ニ於テ、之レニ四倍スル質量ヲ有スル乙體ノ通過スル距離ハ、唯、僅ニ第一區ノ四分一ニ過ギズ。而シテ今此ノ振動力ナルモノハ所謂持重力ノ一種ニシテ、物體持重力ノ作用ヲ受ケ通過スル距離ハ、時間ノ冪數ト共ニ増減スルノ規則ナルガ故ニ、再、前ト同一ノ時間即ち初、ヨリ二倍ノ時間ヲ經ルルハ、乙體ハ正ニ第一區ヲ通過シ終ルベキナリ。是コヲ以



テ乙體ノ第一區ヲ通過シ終ル時間ハ甲體ニ二倍セザルベカラザルナリ。  
 又、乙體ノ第一區ヲ通過スル平均速度ハ唯、僅カニ甲體ノ平均速度二分一ニ過ギズシテ、乙體既ニ第一區ヲ通過シ終リ、第二區ニ入ル時ノ速度、亦唯、僅カニ甲體ノ第二區ニ入ル時ノ速度二分一ニ過ギズ、以テ乙體ガ一ノ區ニ入ル時ノ速度、並ニ該區ヲ通過スル間ニ其ノ速度ノ増加スル割合ハ、常ニ甲體ノ速度並ニ其ノ速度ノ増加スル割合ノ二分一ニ過ギザルヲ知ルベキナリ。之レヲ要スルニ、乙體ガ其ノ行路ノ各區ヲ通過シ終ル時間ハ、甲體ノ之レヲ通過シ去ル時間ニ二倍ス。是コヲ以テ、其ノ行路ノ全距離ヲ通過シ終ル全時間、亦、甲體ニ二倍セズンバアラス。以テ振動力ヲ同一トシ、其ノ質量ヲ増シテ四倍ナラシムルハ、振動時間ノ二倍スルヲ知ルベキナリ。既ニ振動力ヲ同一トシ、其ノ質量ヲ四倍スルハ、振動時間ノ二倍スルヲ知ラバ、今、場合ヲ顛倒シ、其ノ質量ヲ同一トシ、振動

力ヲ四分一トスルハ、其ノ振動時間、亦、二倍スルヲ推シテ知ルベキナリ。  
 之レヲ要スルニ、彈體ノ振動時間ハ、吾人其ノ質量ヲ四倍スルニヨリテ之レヲ二倍シ、其ノ質量ヲ九倍スルニヨリテ之レヲ三倍スル等ノ如キ、方法ヲ以テ質量ト振動力トノ間ニ行ハルル比率即、 $\frac{振動力}{質量}$ ニ關ス。約シテ之レヲ云ハバ、 $\frac{振動力}{質量}$ ニ關ス。  
 余輩ハ上文説ク所ノ理論ノ一例トシテ、鋼條ノ一端ヲ他物ニ固挿シ、他端ヲ一撃センニ、此ノ場合ニ於テハ、鋼體ノ振動スルヲ甚速ナレバ、若レ其ノ他端ニ一塊ノ鉛ヲ垂レテ、之レヲ試ミバ、其ノ振動スル甚遅キヲ看ルベシ。

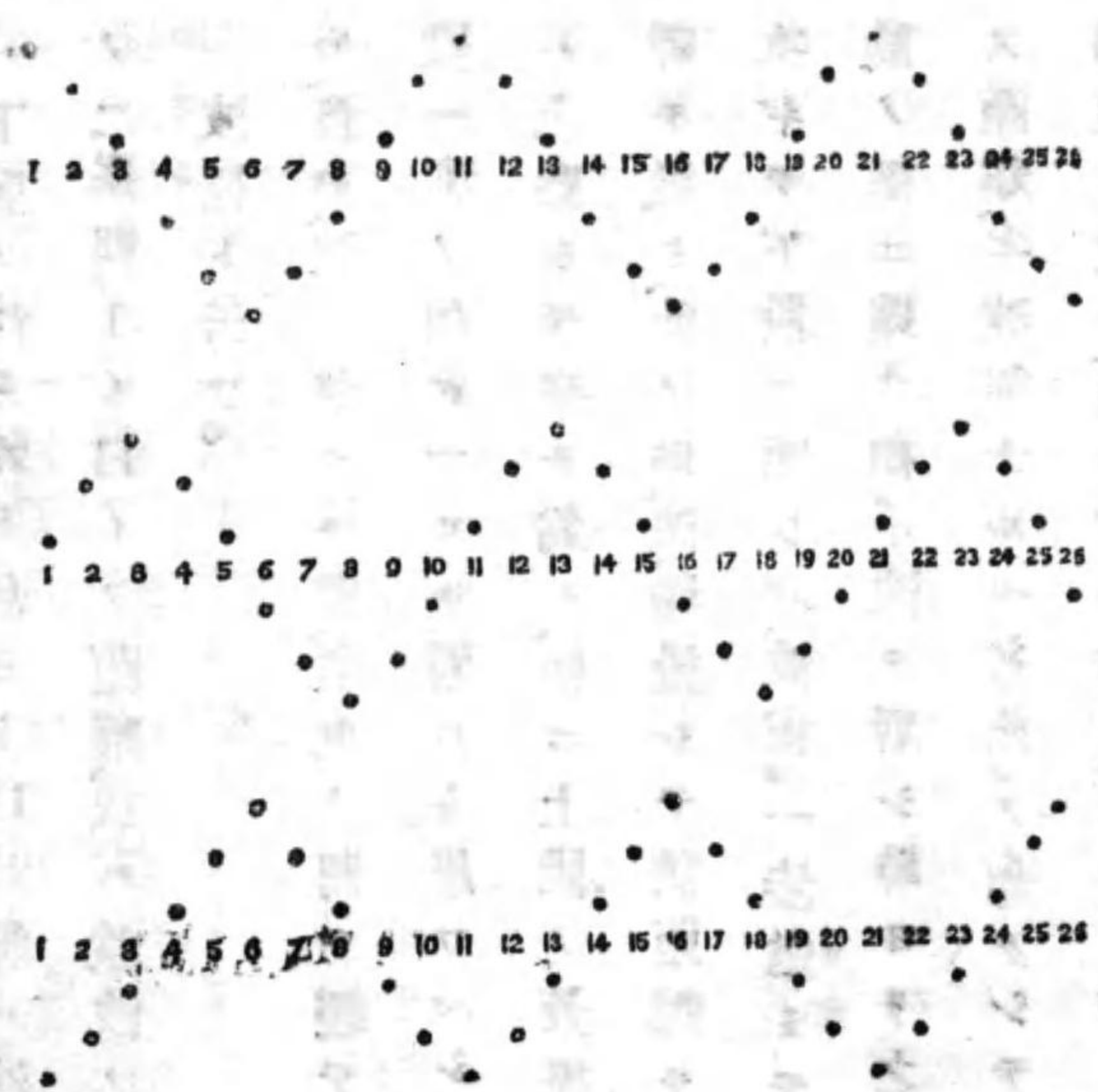
第三百三十三節。波動。

以上説ク所ハ、專一體或ハ一物子ノ振動ヲ考究セリ。以下相並ビテ珠連スル物子ノ一列振動スルノ理ヲ考究スベシ。波動是レナリ。譬ハバ尋常



き。るく振キテ旋回スルヤ、波ノ如キ形ヲ爲シ、其ノ一端ヨリ他ノ一端ニ進ムガ如キノ狀アルヲ覺ユ。然レモ、此ノ場合ニ於テハ、き。るく振キノ各物子、一端ヨリ進ミテ他端ニ到ルヲナキハ疑ヒナシ。著名ナル一記者ノ言ニ云ハク、波ノ性タル、其ノ續續遷移シ來ル所ノモノハ、物子ノ彼レト此レトガ、相對スル關係ノ景象ニシテ、物子ノ本體ニアラズ。此ノ場合ニ於テ、各物子ノ本體ハ一方ヨリ他方ニ往復スルニ過ギズト。此レニ類スル動ノ近例甚多シ、讀者、反求セバ、自之レヲ知ラン。例スルニ、風、田野ヲ吹ク時、米麥、爲ニ靡キテ波ノ狀ヲ現スルヲアリト雖、其ノ穂ノ如キハ、此レニ由リテ處ヲ移サズ、唯、僅カニ前後ニ動搖スルニ過ギザルノミ。一片ノ石ヲ池水ニ投ズル時ニ當リテモ亦然リ、此ノ際、石ノ沈没スル處ヲ以テ、中心トナシ、水面、一連ノ縞波ヲ生ジ、四方ニ翻漫スルヲ覺ユ。然レモ、少ク思慮ヲ注グルハ、水ノ各物子、波ト共ニ動キ去ラザルヲ明カナラン。

第三百三十四節。上下波。



第四十三圖

余輩ハ今、波動ノ現象ヲ例證センガ爲ニ、先、各物子ノ動ト該動ノ遷移スル方向ト交叉シテ直角ヲ爲ス所ノ波動ヨリシテ説キ起サン。石ヲ水中ニ投ズル片、其ノ面上ニ起ル波ノ如キハ、即チ此ノ現象ニシテ吾人ハ之レヲ稱シテ上下波ト云フ。第四十三圖上段ノ西洋數字一列ハ、各物子ノ動ト該動ノ遷移スル方向ト交叉シテ直角ヲ爲ス一列ノ波ヲ示スモノニシテ、1 11 21 等ノ物子ハ上動ノ極ニ在リ。又、右等ノ物子、上動ノ極ニ在ルト同時ニ、6 16 等ノ物子



ハ下動ノ極ニ在リ。故ニ1 11 21 等ハ波ノ峯、6 16 等ハ波ノ谷ニシテ、並波ノ二峯即チ1 11トノ距離、或ハ並波ノ二谷即チ6 16トノ距離ヲ稱シテ一波徑ト云フ。

今、最初波ノ起ルヲ觀、須臾ノ間ヲ經テ再之レテ望メバ、其ノ景象、圖中、中段一列ノ如クナルヲ看ルト思フベシ。此ノ間ニ物子1ハ下動シ、物子3ハ上動シテ峯ヲ爲シ、終ニ上段ノ景象、左ヨリ右ニ向フテ1 1ト3トノ距離ヲ進ミ、此ノ時、波、濛濛シテ該距離ヲ踰越スルヲ覺ヘン。

次ギテ下段ニ至レバ、波尙一步進ミテ最初、下動ノ極ニ在リシ物子、今、上動ノ極ニ達ス。初テ波ヲ看シ時ヨリ之レヲ考フレバ、其ノ景象、處ヲ移ス距離、半波徑ナルベシ。此ノ如クシテ物子ノ彼レト此レトガ相對スル關係ノ景象、同一方ニ向ヒ、左ヨリ右ニ進ミ、前ニ1ニ於テ峯ヲ有セシ波、全ク一波徑ヲ踰越シテ其ノ地位11ヲ占ムルニ至ル。此ノ間ニ前ノ峯、11移リテ21ニ達シ、之レニ準ジテ他ノ峯谷、悉皆、一波徑ヲ踰越シ終ルベシ。

今、最初ニ波ヲ一觀シテヨリ暫時ヲ過グルルハ、物子全ク最初ノ地位ニ復シ、1 11 21ハ峯ノ地位ヲ占メ、6 16 等ハ谷ノ地位ヲ占ムベシ。然ラバ此ノ間ニ、各物子、波動ノ遷移スル方向ト直角ヲ爲シテ一回ノ往復ヲ爲サズンバアラズ。是レニ由リテ之レヲ考フルニ、波ノ一波徑ヲ進ム間ニ、各物子一たび左右ニ往復シ終ルヲ知ルベシ。故ニ今ノ波徑即チ兩峯相隔タル距離トシ、チ波ノ進ム速度トシ、チ物子ノ一たび上下ニ往復シ終ル時間ト看做スルハ、波ハ一時間ニ、即チ一波徑ヲ進ムベシ。約シテ之レヲ式ニ立ツレバ、 $T = \frac{2L}{v}$

第百三十五節。稀稠波。

上文ニ云ヘル波ノ外、尙他ニ一種ノ波アリ。物子ノ動、此ノ動ノ遷移スル

第四十四圖



方向ト交叉セズ、其ノ方向ト同一ニシテ、上下波ノ如ク、上下ニ動カズ、前後ニ動クモノ是レナリ。之レ



ヲ稱シテ稀稠波ト云フ。第四十四圖ニ就キテ觀ルベシ。此ノ波ニ於テモ其ノ動ノ遷移スル景象ト波徑トハ兩ナガラ高低波ト同ジクシテ、波動ノ一波徑ヲ進ム間ニ、各物子一タビ振動シ終ルナリ。

## 第三百三十六節。

既ニ波徑ノ義ヲ説キタレバ、今更ニ一步進ミテ、波動ノ現象ニ於ケル物子振位ノ義ヲ講ズベシ。抑、物子振動シテ其ノ行路ノ何邊ニアルヤヲ問ハズ、總ベテ物子ノ振位ト云フハ、該時此ノ振動物子ノ占スル場所ト、其ノ物子ノ有スル動ノ方向トヲ指スノ名ニシテ、譬ヘバ其ノ物子、靜止點ニ在レバ則チ是レ一ノ振位ナリ、一起シテ其ノ行路ノ極端ニ至レバ、又、是レ一ノ振位ナリ、或ハ靜止點ト極端トノ中間ニ在レバ、又、是レ一ノ振位ナルガ如キ是レナリ。但、物子ノ振位ヲ精密ニ明示センニハ、式ヲ數學ニ借ラザルヲ得ズ。

蓋シ波動ノ性タルヤ、動ノ遷移スル方向ニテ、相接スル二個ノ物子、決シテ

同一振位ニ居ルモノナラズ。此ノ性ハ實ニ波動ノ波動タル特徴ニシテ、他種ノ動ニナキ所ナリ。何トナレバ、右等ノ諸物子ニシテ全ク同時ニ同一方ニ引カレ、又全ク同時ニ當初、靜止ノ地位ヲ隔ツルノ距離、悉皆、異ナルナカランニハ、其ノ動タル全體ノ動ニシテ、波動ニアラザレバナリ。實ニ波動ナルモノハ、諸物子、同時ニ各異ノ地位ヲ占ムルノ動ニシテ、此ノ動ノ遷移スル力ノ起因スル所モ、諸物子、同時ニ異地位ヲ占ムルノ事實アレバナリ。

波動ノ遷移スル方向ニテ相接スル物子ハ、假令二個タリトモ同振位ヲ占メザルト右ノ如シト雖、其ノ動ノ遷移セントスル方向ト正又シテ直角ヲ爲ス所ノ方向ニテ相接スル物子ハ、悉皆、同一振位ヲ占メザルヲ得ズ。此ノ同一振位ヲ占ムル物子ノ連接スルモノ、之レヲ稱シテ波面ト云フ。即チ一碧萬頃、萬頃ノ波等ト云フノ場合ニ於テ頃ナルモノ是レナリ。

## 第三百三十七節。振幅。



物子、靜止點ノ左右ニ振動スル距離ヲ振幅ト云フ。蓋シ彈體ニ於テハ、物子ノ振動スル時間、其ノ踰越スル距離即チ振幅ノ大小ニ關スルヲナキノ理由既ニ第百三十一節ニ看ヘタリ。茲ニ又、大小ニ波アリ、其ノ各物子ノ振動スル距離、大ニ異ナルヲアルモ、波徑及ビ遷移ノ速度、兩ナガラ同一ナルノ場合ナキニアラズ。例スルニ、波動ノ狀、第四十三圖ノ如クナランニハ、各物子高低ノ度、大ニ異ナルヲアルモ、吾人ハ波徑即チ1ト11トノ距離ヲ以テ、同一ナリト看做サザルノ理由ナク。又其ノ波動ノ狀、第四十四圖ノ如クナランニハ、物子稀稠ノ度、異ナルヲアルモ、波徑ヲ以テ同一ナリト看做サザルノ理由ナキガ如シ。約シテ之レヲ云ヘバ、波徑ノ長サハ各物子ガ振動スル距離ノ大小ニ關スルヲナシ。

第十八章。音。

第百三十八節。音學ノ訓釋。

音學ハ物理學中、音ヲ論ズル一科ナリ。抑、世ノ通言ニテハ、空氣、聽官ヲ激動スルニ由リテ發スル生理上ノ感動ヲ往往、音ト名ヅケ、或ハ間、直チ空氣ノ激動ヲ音ト呼ブアリ。物理學ニ音ト云フハ、第二義即チ人身外ニ屬スル空氣ノ物理的激動ナリト知ルベシ。例スルニ、今、一音、進行スル速度ト云フガ如キハ、體外空氣ノ激動ノ進行スル遲速ニシテ、吾人ガ聽官ノ感應力ト相關スルヲナシ。

第百三十九節。樂音及ビ噪音。

今、突然、一動ヲ空氣ニ與フルルハ、該動、空氣中ニ漫延シテ終ニ耳ニ觸レ一種不愉快ナル音ノ聽官ニ感ズルヲ覺ユ。之レヲ噪音ト名ヅク。譬ヘバ砲ヲ發ツ時、或ハ電氣機ヨリ火花ヲ發スル時ニ於ケルガ如シ。故ニ噪音ナルモノハ、突然、空氣ヲ擊ツト一回ニシテ頓ニ止ミ、或ハ止マザルモノ規則ニ之レヲ亂擊スルヨリ起ル現象ニシテ、一定ノ波徑ヲ有セザルナリ。然レモ、時間ヲ定メテ規則正ク之ヲ連鼓スルルハ、然ラズ。例スルニ、每



秒、百回ノ割合ヲ以テ、空氣ヲ連鼓スレバ、最初、刺激ヲ受ケタル空氣ノ物子、百分一秒ヲ經テ再ニ刺激ヲ受ケ、又、百分二秒ヲ經テ三タビ刺激ヲ受ケル等、實ニ每百分一秒、其ノ物子均ク刺激ヲ受クル疑ヒナシ。故ニ又其物子、每百分一秒間ニ一タビ振動ヲ終ルベシ。譬ヘバ音ノ漫延スル速度、毎秒、三百四十めーとるノ割合ナランニハ、毎百分一秒、其ノ刺激、三四〇めーとるヲ進ムベシ。但、第三百三十四節ニ説ケルガ如ク、凡、物子一タビ振動ヲ終ルノ間ニ、波動進ミテ一波徑ヲ越ユ。故ニ毎秒、百回ノ割合ヲ以テ、空氣ヲ撃ツルハ、其ノ波徑必ス三四〇めーとるナルベシ。是レニ由リテ之ヲ考フルニ、時間ヲ一定シテ空氣ヲ連鼓スレバ、音ニ附スルニ一定ノ波徑ヲ以テス、一撃シテ止ムルハ之レナキヲ知ルベシ。空氣ノ刺激、右ノ如キ割合ヲ以テ延キ續キ耳ニ達スルルハ、其ノ各刺激、相接スルノ近キ孺孺トシテ絶ル間ナク、吾人ノ聽官ヲ衝動シ、以テ愉快ノ感覺ヲ發セシムルニ足リ、相分レテ各別ノ噪音ヲ爲スヲナシ。

聽耳ノ人ニ於テハ、右ノ如キ刺激ニ觸レ、之レヲ聽キテ感動スル音ノ性質ハ波徑ノ長短ニ關スベシ。蓋、此ノ類ノ人ニ於テハ、波徑ノ長短、若干ナレバ直ニ其ノ調、幾本ナリト稱シ、或ハ其ノ音ノ樂律上幾位ナルヲ知ル。故ニ畢竟、波徑ナルモノハ外ニ屬シ、耳ト相關スルヲナク、律位即、調ナルモノハ、若干波徑ノ音、聽官ニ觸レ、爲ニ發スル生理上ノ感動ニシテ、内ニ屬スルヲ明ナリ。今、樂器ノ絃、百分一秒間ニ一回、振動スルトセバ、此ノ絃ノ各物子、毎秒、百回ノ割合ヲ以テ、繰リ返シ繰リ返シ、全ク同振位ヲ占ムベシ。既ニ同振位ヲ占ムルヲ毎秒、百回ナルルハ又從フテ此ノ絃、毎秒、百回ノ割合ヲ以テ、同一ノ動ヲ空氣ニ傳フベシ。此ノ場合ニ於テハ、空氣ノ波徑ハ、其ノ狀恰ニ毎秒、百回ノ割合ヲ以テ、繰リ返シテ其ノ動ヲ傳ヘズ、吾人直ニ空氣ヲ撃チタルト毫モ異ナルヲナカルベシ。

耳ハ波徑ノ外ニ、又、強弱ヲ辨ズ。故ニ同一ノ音ニシテ、遠ク發音體ヲ離ルル人ハ、近ク之レニ接スル人ニ比スレバ、其ノ音ノ弱キヲ覺ユ。又、二個各



異ノ樂器ヲ用ヒテ、同律ノ音ヲ奏スルニ、其ノ耳ニ感ズル所、相異ナルベシ。故ニ同ク一律ノ樂音ニシテ、其ノ中、調及ビ強サ二者ノ外、又、別ニ一因ノ存スルコトアルヲ認ム。之レヲ音色ト名ヅク。則チ該音、固有ノ性ナリト云フモ可ナリ。蓋シ何種ノ樂音タリトモ、純然タル單音ヲ以テ成レルモノナクシテ、皆、數音ノ複合スルモノタラザルヲ得ズ。輒近、獨乙國ノ碩學ヘ、ルヒほるツ氏(Helmholtz.)ハ、音色ヲ以テ、此ノ數音ノ多少ト強弱トニ關シテ起ルコトヲ發見シタリ。

。第百四十節。音波ノ性質。

上文説ク所ヲ通讀スルルハ、發音體ノ空氣ヲ擊ツヤ、先、發音體ニ膚接スル第一列ナル空氣ノ物子、最初、其ノ刺激ヲ受ケテ、之レヲ第二列ノ物子ニ傳ヘ、第二列ノ物子、又、之レヲ第三列ノ物子ニ傳ヘ、此ノ如クシテ、其ノ刺激漸、彌漫シテ遠キニ達ス。其ノ狀、第百二十一節ニ説キタル彈性ヲ有スル同大ノ球、許多ヲ列シ、初球ヲ一擊スレバ、各球其ノ動ヲ相傳ヘテ終

ニ末球ニ到ルモノト似タルアリ。故ニ此ノ點ヨリ之レヲ論ズルルハ、空氣ノ諸物子ハ、恰、彈性ヲ有スル球ノ列セルモノノ如シ。是コヲ以テ、音ナルモノハ、一種ノ稠稀波ニシテ、高低波ニアラズ、空氣ノ物子、其ノ動ノ遷移スル方向中ニ前後ニ振動スルモノナリ。

。第百四十一節。無氣中ニハ音響ノ傳達スルコトナシ。

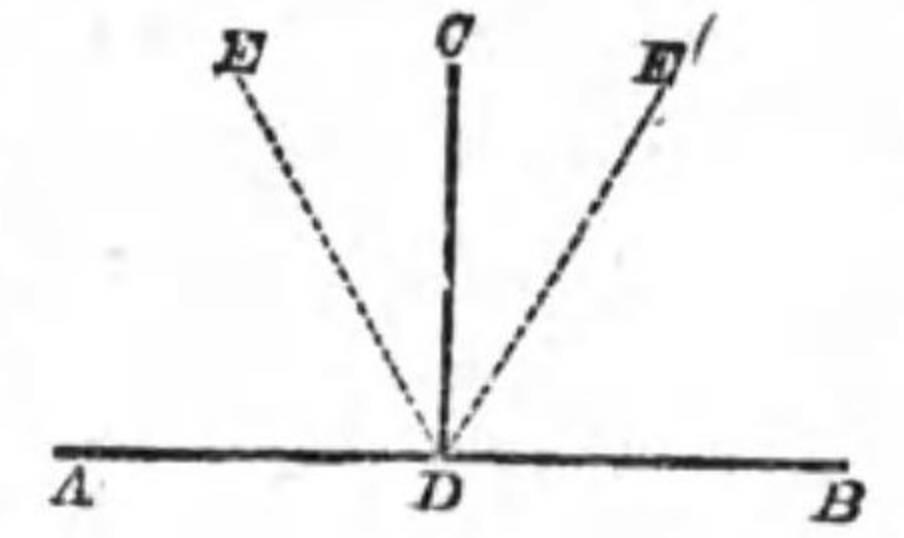
大氣中ニ於テ音ヲ發スル振動體ヲ取リテ、無氣ノ處ニ置ケバ音ナカルベシ。何トナレバ、凡、音ナルモノハ、振動スル體、其ノ勢ノ幾分ヲ分チテ之レヲ相接スル物質ニ與フルニ係ルモノナレバ、若シ恰當ナル物質ノ之レト相接スルコトナキハ、全ク其ノ勢ヲ通ズル能ハザレバナリ。次ギノ試驗ヲ以テ其ノ理ヲ明カニスルコトヲ得ベシ。一小鈴ヲ排氣器ノ罩内ニ置キ、繩ヲ取リ時間ヲ定メテ之レヲ連撃シ、且、漸々ニ罩内ノ空氣ヲ抽出スルルハ、空氣愈、減ズルニ隨フテ音益、微ナルベシ。吾人若シ更ニ良好ノ手段ヲ設ケテ全ク空氣ヲ抽出シ盡スコトアランニハ、必ズヤ毫モ音ヲ聽クコトナ



キニ至ルベキナリ。

。第百四十二節。音ノ反射。

音波、空氣中ヲ進行スル際、其ノ進行ヲ妨グル物ニ觸ルルハ、物乃之レ  
 ナ反射スルニ、次ギノ法則ヲ以テス。第四十五圖 A D B ナ以テ紙面ト正  
 又シテ直角ヲ爲ス一平面トシ、音波 E D、D 點ニ觸レテ此ノ平面ニ來射  
 第 スルト看做スニ、今、D ヨリ鉛直線ヲ引キ、平面 A D  
 四 B ト正又シテ直角ヲ爲スルハ、此ノ平面 D E' ニ向  
 十 フテ音波ヲ反射シ、E D C ノ角ト C D E' ノ角ト互  
 五 ニ相同ク、E D、D C 及ヒ D E' ノ三線ハ共ニ同一ノ  
 圖 平面内ニアルベク、該三線ノ平面ハ A D B ノ平面  
 ト正又シテ直角ヲ爲ス。今、C D E ナ以テ、音波ガ平面上ニ來射スル角ト  
 シ、C D E' ナ以テ其ノ反射角ト看做スルハ、左ノ法則ヲ得ルナリ。  
 [第一] 反射角ハ來射角ニ均シ。



[第二] 來射音ト反射音トハ共ニ同一ノ平面ニ在リ、該平面ハ反射體ノ表  
 面ト正又シテ直角ヲ爲ス。  
 學者進ミテ光ノ篇ニ到レバ、反射ノ法則、音光兩ナガラ相同キ所以ヲ知  
 ルベシ。

第百四十三節。山彦。

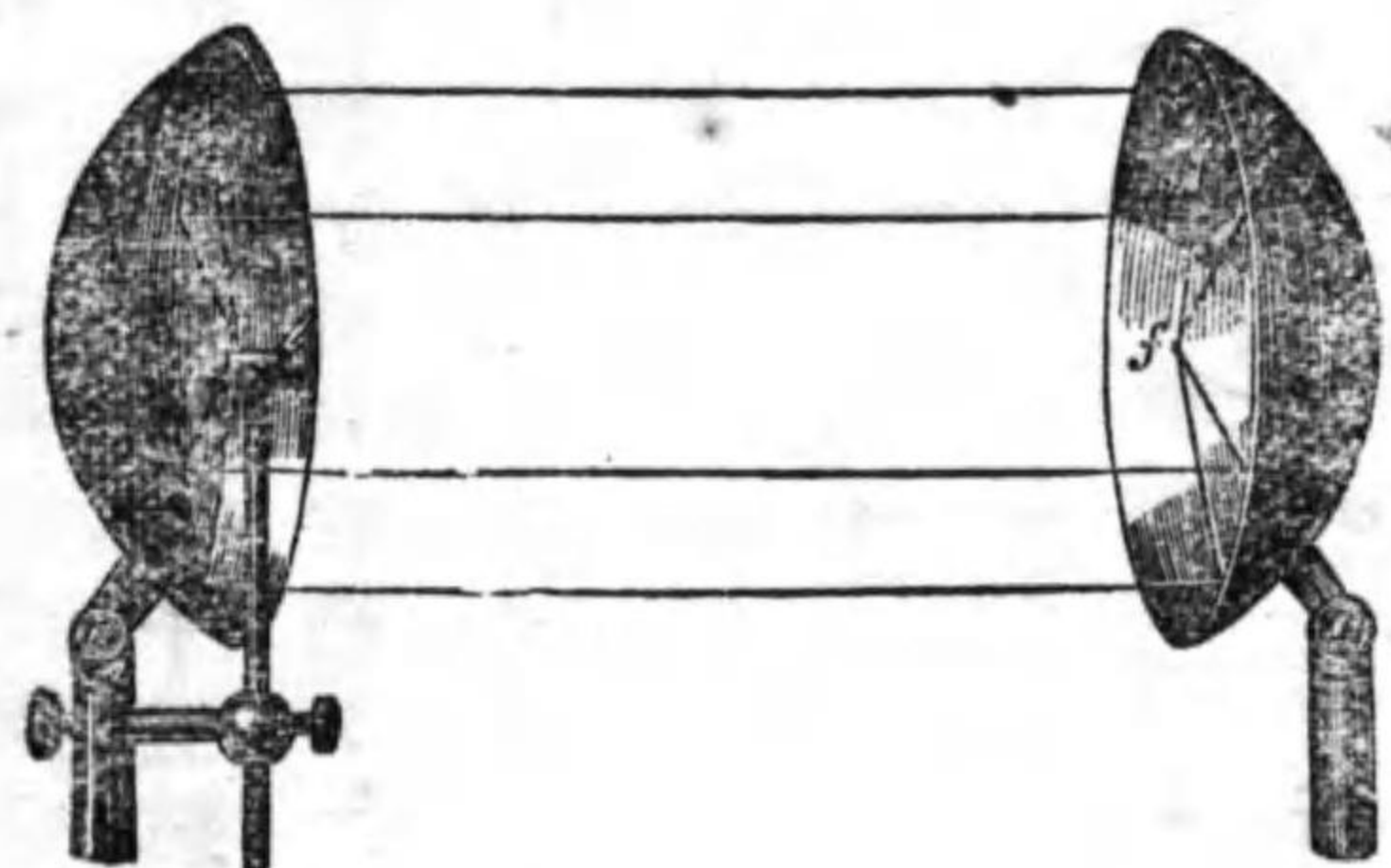
今、一音、空氣中ヲ進行スル際、其ノ方向ニ當リ、物アリ、之レヲ遮ルルハ、該  
 音爲メニ反射セラレテ再耳底ニ觸ルルヲ覺ユ。之レヲ山彦ト云フ。山彦  
 ノ吾人が耳朶ニ觸ルル、或ハ却テ其ノ原音ヨリモ強キコトアリ。譬ヘバ  
 今、鈴ヲ搖ランニ、鈴ノ本體ヨリ直ニ來ル音ハ、時トシテ障礙物ニ妨ゲラ  
 レテ十分ニ耳ヲ感動セシムルニ足ラザルヲアルベシト雖、其ノ原音、一  
 先、家屋ニ觸レ、之レガ爲ニ反射シ來ル所ノ山彦ハ、全ク耳底ニ達シテ、之  
 レヲ聽クヲアルベキガ如シ。今、人、聲ヲ發シ、一言葉ノ山彦ヲ聽カンガ爲  
 ニハ、其ノ言葉ノ終リト山彦ノ始メトノ間ニ、若干ノ時間ナカラザルベ



カラズ。故ニ其ノ發スル所ノ言葉、長ケレバ之レヲ反射スル物ノ表面、遠  
 キニアルヲ要ス。例スルニ、其ノ言葉、一綴リナレバ、之レヲ反射スル物ノ  
 表面、耳ヲ距ルヲ四十二メートル、二綴リナレバ八十四メートル、他推  
 シテ知ルベシ。又或ハ時トシテ山彦ノ再々反射スルヲアリ。山彦ノ怪ムニ  
 堪フベキモノハ、一タビ原音ヲ發スレバ、耳ニ反射シ來ルヲノ多キ、二十  
 回ニ至ルノ場所アリ。私語廊トテ、尋常ノ有様ニ於テハ、聽クヲ得ベカラ  
 ザル小聲ノ人語ヲシテ、若干距離ヲ隔テテ吾人が耳朶ニ達セシムルガ  
 如クニ、構造セル建築物アリ。該建築物ニ於テハ、聲音其ノ平滑ナル壁面  
 ヨリ續續反射シ來ルナリ。ろんとん府ノしんど、ばうるす寺ノ私語廊ニ  
 於テハ、廊ノ一隅ニ在リテ細語スルハ、其ノ音、中間何レノ處ニ在リテモ  
 聽クヲナケレド、遠ク他ノ一隅ニ在リテ之レヲ聽クヲ得。

。第百四十四節。匹隅反射鏡。

第四十六圖ニ示スガ如ク、二個、相對スル、反射鏡ヲ用ヒテ發音體ヲ一鏡



第四十六圖

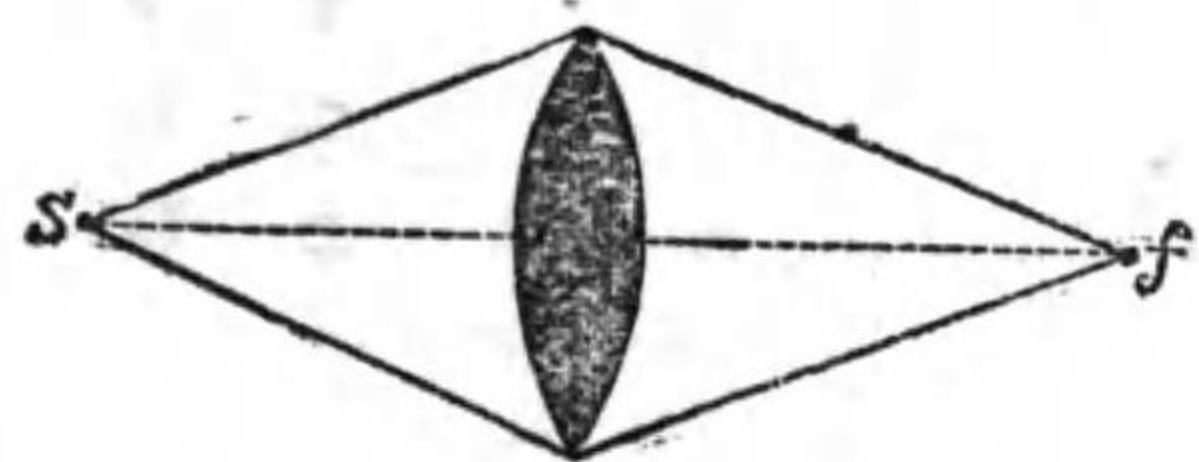
ノ燒點ニ置クハ、之レヨリ發スル音、圖中ニ示ス如ク反射シ、終ニ他鏡  
 ノ燒點ニ至リテ相會ス。譬ヘバ、今、懷中時計ヲ甲ノ燒點ニ置クハ、其  
 ノ軋聲スル聲、了然トシテ乙ノ燒點ニ達ス。ししりー國(Sicily)のるげん  
 ち(Girgenti)ノ大寺觀ニ於テハ、人アリ、西隅大戸ノ側ニ立チ、極メテ微聲  
 ニ私語スルモ、其ノ聲、二百五十英尺  
 ノ距離ヲ進ミテ、神机後ノ柱頭ニ達  
 ス。嘗テ此ノ寺觀ニ於テ、西隅ノ燒點ヲ  
 以テ、罪衆ノ懺悔ヲ聽クノ座ト定メ  
 タリシニ、他人ノ耳朶ニ容ルルヲ欲  
 セザル密話モ、之レニ對スル燒點ニ  
 於ケル聽客ノ耳朶ニ達シタルヲ屢々  
 ナリシガ、之レヲ久クシテ其ノ事情  
 ナ知リ、終ニ他席ヲ撰ムニ至レルヲ



アリキ。

第百四十五節。音ノ屈折。

反射ノ外ニ音光ノ二者相似ル所尙且之レアリ。何トナレバ、二者共ニ之レヲシテ屈折セシムルヲ得ベケレバナリ。例スルニ、玻璃或ハ其ノ他、空氣ト比シテ更ニ密度ノ大ナル透明體ヲ以テ、作りタル凸鑿ハ、光ヲ屈折シテ一點ニ輻湊セシムルノ力アリ。第四十七圖ハ、此ノ如キ體ニテ作りタル凸鑿ヲ以テ、光體Sヨリ來ル光線ニ直接スルヲ示スモノナリ。斯スルルハ光線、鑿ヲ透徹シ、燒點fニ至リテ相會ス。若シ可燃性ノ物質ヲ此ノ處ニ置カンニハ、忽チ火ヲ發セシ、是レ光ノ屈折スル現象ナリ。あむ、そんたす氏(Sondhauss.)ハ、音響ニモ亦此レト同一現象ノ存スルヲ驗知シタリ。即チ炭酸氣ヲ一囊ニ盛り、之レヲ膨脹セシメテ凸鑿ノ形ヲ



圖七十四第

爲サシメタリ。此ノ試驗ニ於テ、炭酸氣ヲ用フル所以ハ、他ナシ、此ノ氣、尋常ノ雰圍氣ニ比シテ更ニ密ナレバナリ。斯シテ懷中時計ヲ囊ノ一方ニ置キ、他ノ一方ニ在リテ之レヲ聽キシニ、其ノ音、了然、耳底ニ徹スル一點、即チ燒點ナルモノアルヲ知リ、以テ囊中ノ炭酸氣、音ヲ屈折スルヲ、猶チ凸鑿ノ光ヲ屈折スルガゴトキヲ發明シタリキ。

第百四十六節。音ノ空氣中ヲ進行スル速度。

光ト音トハ共ニ一定セル若干ノ速度ヲ以テ、空氣中ヲ進行スルモノナリ。但シ光ノ速度ハ、音ノ速度ニ比スレバ甚大ナリ。是コヲ以テ、遠ク隔テテ大砲ヲ發ツルハ、其ノ火花ノ閃キ來ルハ、即チ大砲ヲ發チタルト殆ト同一時ナラザルベカラズ。何トナレバ、火花ノ光ガ吾人が眼ニ達スルヤ、實ニ瞬間、不容髮其ノ時ノ長短、辨知シガタキ程ナレバナリ。光ヲ觀ルヨリ耳ヲ歛ツルヲ、須臾ニシテ乃チ響ヲ聽クベシ。光ノ來ルト響ノ達スルトノ間ハ、音ノ大砲ヲ出デテ耳ニ來ル爲ニ費ユル時間ナリトスルモ、實際ニ於



テ不可ナルヲナシ。吾人ハ右ノ法ニヨリテ音ノ尋常、雰圍氣中ヲ進行スル速度ハ、毎秒間、殆ド三百四十メートルナルヲ決定スルヲトハナレリ。凡ソ音響ハ其ノ波徑、相異ナルアルモ進行スル速度、皆同一ナリ。ピエツト氏 (Pio) ハ長サ三千四百四十英尺ノ管ノ一端ニ在リテ、音曲ヲ合奏セシメ、其ノ他端ニ耳ヲ接シテ之レヲ聽キシニ、別ニ變化ナキヲ發見セリ。然レモ砲聲或ハ雷鳴ノ如キ甚ク強大ナル音ノ速度ハ、甚ク弱小ノモノニ比スレバ較ク疾迅ナリトス。

第百四十七節。空氣ノ外、他ノ氣體中ヲ進行スル音響ノ速度。音ノ速度ハ其ノ通過スル氣體ノ質ト相關ス。譬ヘバ一種ノ瓦斯アリ、尋常、雰圍氣ノ壓力即チ一氣壓中ニ於テ、之レヨリ疎ナルヲ二倍ナランニ、今、空氣及ビ該氣體中ヲ通過スル波動、全ク相同ジト看做スルハ、此ノ二氣ヲシテ振動ヲ起サシムル働量兩ナガラ同一ナルモ、其ノ振動スベキ質量各、異ニシテ、瓦斯ハ空氣ノ半ナリ。然ラバ、瓦斯物子ノ振動ヲ爲ス時間

ハ、空氣物子ノ振動ヲ爲ス時間ヨリ短カルベク、斯ク振動ヲ爲ス時間ノ短キ割合ニ應ジテ音ノ速度却テ増スベシ。何トナレバ、第百三十四節ニ看ユルガ如ク、物子、一回ノ振動ヲ爲スノ時間ハ、即チ波動ノ一彼徑ヲ通過シ去ルニ要スル時間ナレバ、漫延ノ速度ハ物子ノ振動時間ト反比ヲ爲サザルベカラザレバナリ。だるんや氏 (Dalton) ハ數種ノ瓦斯ヲ試験シ、攝氏零度ニ於テ此レ等ノ瓦斯ヲ進行スル音響、毎秒間ノ速度ヲ定メ得タリ。即チ下表ニ就キテ看ルベシ。

炭酸氣	毎秒	二六一・六メートル
酸素	“	三二七・二
空氣	“	三三三・〇
酸化炭素	“	三三七・四
水素	“	一二六九・五

而シテ今、空氣ノ密度ヲ以テ單位トシ、右數種ノ瓦斯ノ密度ヲ比較スレ



バ、次ギノ如クナルハ世人ノ善ク知レル所ナリ。

瓦斯ノ名稱。

密度。

炭酸氣	一・五二九
酸素	一・一〇六
空氣	一・〇〇〇
酸化炭素	〇・九六八
水素	〇・〇六九

右ノ表ヲ一覽スルルハ、右、數種ノ瓦斯中ニ於ケル音ノ速度ハ、之レテ事實ニ徴スルモ、並ニ之レテ理論ヨリ推スモ、瓦斯密度ノ冪數根ト反比ヲ爲ス所以ヲ看破スルヲ容易ナルベシ。何トナレバ、瓦斯ノ密度ハ、音波傳達ノ力ヲ以テ變ゼザルモノト看做シ、其ノ質量ノ増加スル割合ヲ指示スルモノナレバナリ。蓋シ余輩ハ第百三十二節ニ於テ、音速力  $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$  音速力  $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$  ナラザルベカラズ。以テ傳達ノ力、變ゼズトスルルハ、其ノ速度ガ質量ノ冪數根ト反比スル所以ヲ看ルニ足ルベシ。是レ理論ヨリ推知スル所ナリ。左ニ一表ヲ舉ゲテ事實上、又然ル所以ヲ示サントス。

瓦斯ノ名稱

炭酸氣	〇・八〇九	〇・七九〇
酸素	〇・九五一	〇・九五二
空氣	一・〇〇〇	一・〇〇〇
酸化炭素氣	一・〇一六	一・〇一三
水素氣	三・七九九	三・八一〇

音速度ノ割合。但シ空氣中ノ速度ヲ以テ單位ト定ム。

右ノ表ニ於テ、其ノ第一列ニ立ツ所ノ數ハ、理論上ヨリ算出セル音ノ速度、第二列ノ數ハ、實際、經驗セル速度ニシテ、兩列ノ數殆、相同ジキヲ知ルベシ。



第四百四十八節。同一ノ氣體中ニテハ、音ノ速度、氣體ノ密度ニ關セズ。

振動體ヨリ空氣ニ駕シ來ル音ノ量、空氣ノ密度ニ隨フテ異ナルヲアル所以ハ、第四百四十一節排氣器ノ試験ヲ以テ知り得ベシ。然レモ、音ノ傳達スル速度ノ快慢ハ疎ナル空氣ニ於ケルモ、密ナル空氣ニ於ケルト同一ナルベシ。詳ニ之レヲ云ヘバ、氣體化學上ノ性質ヲ變ゼザル以上ハ、之レヲ進行スル音ノ速度、其ノ密度ニ關セズ。何トナレバ、此ノ場合ニ於テハ、振動ヲ起サシムル動力ハ、氣體ノ密度ニ準ズト雖、振動スベキ質量、亦、動力ト同一ノ割合ヲ以テ増セバナリ。是コヲ以テ、動力増シテ二倍スレバ、此ノ動力ノ動カスベキ質量、亦、増シテ二倍ス。故ニ二者互ニ相平均シテ其ノ速度變ゼザルナリ。

第四百四十九節。音ノ速度、溫度ノ増減ト共ニ變ズ。

然リト雖、氣體ノ溫度大ニ増スルハ、動力ヲ變ゼズシテ獨、其ノ質量ノ減

ズルヲ頗ル甚キヲアルヲ得ベシ。故ニ傳達ノ速度、亦從フテ増スベシ。是コヲ以テ、音ノ溫暖ノ空氣中ヲ通過スルハ、寒冷ノ空氣中ヲ通過スルヨリモ迅速ナリ。是レ第四百四十七節だろんぐ氏ノ試験ニ係ル表中ニ、音ノ瓦斯中ヲ行ク速度ヲ檢定シタル時ノ溫度ヲ附スル所以ナリ。

第四百五十節。液體及ビ固體ヲ通過スル音ノ速度。

嘗テせねぶら府 (Geneva.) ノ湖水ニ於テ、試験ヲ爲シ、以テ水中ヲ通過スル音ノ速度ハ、空氣中ヲ通過スル速度ニ、殆ド四倍スルヲ檢定シ得タリ。然ルニ、固體中ニハ音ノ速度尙且ツ水中ニ於ケルヨリモ大ナリ。譬ヘバ木材中ニ於テハ其ノ疾キヲ、空氣中ニ比スレバ、十倍ヨリ十六倍ニ至ル。

第四百五十一節。音ヲシテ強弱ノ差アラシムル事實。

一體、空氣ニ激シ、之レヲシテ音波ヲ發セシムルハ、其ノ動、一舉ニ體ノ八方ニ漫延ス。例スルニ、今、發動ノ源、曠野中天、障礙物、一モアラザル空氣中ニ起ルトシ、音波、該源ヨリシテ八方ニ向フテ漫延シ、若干時間ニシテ



各方面ニ向ヒ、百めーとるツツノ距離ヲ通過スルトセバ、此ノ時、其ノ動、百めーとるノ半徑ヲ有スル圓球ノ面積ヲ占ムベシ。然ルニ、此ノ動ノ占ムル圓球ノ半徑益々増シ、須臾ニシテ其ノ動、半徑、二百めーとるノ圓球面ヲ占ムルト看做スルハ、其ノ漫延スル全面、前ニ四倍ス。何トナレバ、圓球ノ面積ハ其ノ半徑ノ冪數ニ準ジテ増減スルモノナレバナリ。動ノ漫延スル全面、既ニ前ニ四倍スレバ、此ノ時、勢ノ全量ハ前ト同一ナルモ、面積、一ノ中ニ行ハルル勢ノ量即チ音ノ強サハ前ノ四分一ナルベシ。是レニ由リテ之レヲ考フルニ、音其ノ源ヲ距ル $r$ ニ倍ナレバ、強サ減ジテ四分一トナル。之レヲ要スルニ、音ハ強サハ距離ノ冪數ト反比ヲ爲ス。

右説ク所ハ勢、初半徑、百めーとるノ圓球面ヲ占メ、其ノ全量、次第ニ漫延シテ、終ニ半徑、二百めーとるノ面積ヲ占ムルニ至ルノ間、波動、依然、減少セズシテ遷移スルモノト看做スノ論タル $r$ 明ナリ。然レモ、若シ其ノ勢ニシテ漫延スルノ際、幾分ヲ失フ $r$ アラバ、乃チ右ノ法則、復、通ゼザルベシ。但

此ノ如キ場合ニ於テハ音ノ強サハ距離ノ冪數ト反比ヲ以テ減ズルヨリモ、更ニ急ニ減ズベシ。按ズルニ、音勢、空氣中ヲ進行スル際、其ノ小分果シテ變ジテ熱トナル。是コヲ以テ發動ノ源ヲ距ルニ從フテ音ノ強サノ減ズル $r$ 、上ニ記スル所ヨリモ較、速ナルベシ。

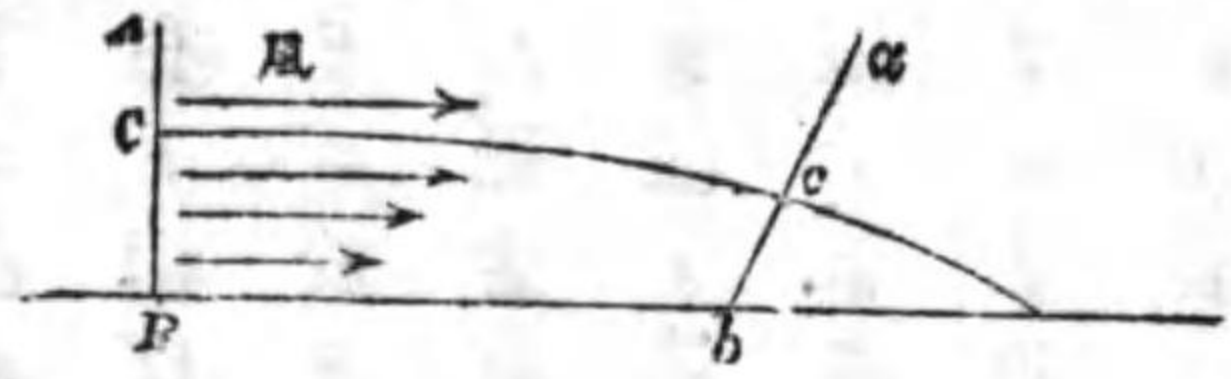
#### 第百五十二節。音ノ強サ空氣ノ密度ニ關ス。

第百四十一節排氣罩ノ試驗ハ、以テ空氣益々稀釋トナルニ隨フテ、鈴聲ヲ傳フル力愈々微弱ナル $r$ ヲ示セリ。是コヲ以テ、高山ノ嶺ニ於テハ、空氣甚々稀釋ニシテ、譬ハバ該山嶺ニ於テ砲ヲ放タンニ、其ノ響、平地ニ於ケルモノト大ニ異ナラザルベカラズ。又、大氣ニ比スレバ、其ノ質大ニ稀釋ナル彼ノ水素氣中ニ、發音體ヲ置ケバ、其ノ音、微ニシテ振ハザルガ如キモ、右ト同一理由ノ然ラシムル所ナリ。之レヲ要スルニ、若シ音ヲ傳フル體ノ物子ノ大サ、小ニシテ相、離隔スルモノハ、振動體ノ勢ヲ送致スル、物子大ニシテ相密接スルモノヨリモ少カラザルヲ得ズ。

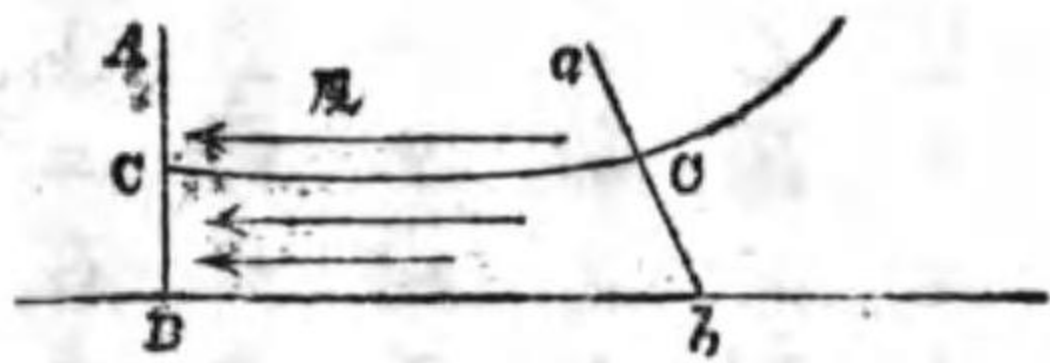


第一百五十三節。吾人が音ヲ聽クニ影響ヲ生ズル雰圍氣ノ有様。風下ニ在リテ音ヲ聽クノ、風上ニ之レヲ聽クニ勝ルハ、一般世人ノ知ル所ナリ。蓋シ音ハ風下ニ向フテハ、風ト共ニ順行シ、風上ニ向フテハ、風ヲ逆ヘテ逆行スルコト言テ俟タズ。博士ストークス氏(Stokes)ハ、風下ノ風上ニ勝ル理由ヲ左ノ如ク説明シタリ。風ノ速度ハ、其ノ地面ト接スル部分ニ於テハ、之レト摩擦シテ相軋スルガ爲、大ニ減ゼザルベカラズ。是コト以テ、其ノ速度、空際ニ昇ルニ從フテ大ナラザルベカラザルナリ。今、音波ノ如キハ、其ノ通過スル所ノ物即チ空氣ニシテ、別ニ動ヲ有スルコトアランニハ、該動ノ或ハ風ニヨリテ生ズルト、或ハ地球ノ其ノ軌道ニ於テ太陽ヲ周廻スルニヨリテ生ズルトニ論ナク、之レガ影響ヲ受ケザルベカラザルナリ。

扱、風力ニシテ吾人が音ヲ聽クニ便ト不便トチ起サシムル所以ヲ了解セント欲セバ、先ツ冒頭ニ於テ第四十八甲圖ヲ以テ示スガ如ク、音波、風ト



第四十八甲圖



第四十八乙圖

同一方ニ向フテ進行シ、Bヲ以テ地面ニ於ケル一點トシ、Cヲ以テ地面ヨリ若干ノ距離ヲ隔テタル空際ノ一點ト看做スルハ、風ノ速度、Cニ於テハ、Bニ於ケルヨリモ大ナラザルベカラズ。今A、Bヲ以テ最初、波面ノ占ムベキ地位トセンニ、音波ノ傳達スル方向ハ、波面ト直角ヲ爲サザルベカラザルコト固ヨリ論ヲ俟タズ。第百三十六節ヲ参考セヨ。而シテCニ於ケル音波ノ激動ハ、Bニ於ケルモノヨリモ更ニ強キ風力ト共ニ進行スルヲ以テ、Cノ激動ハBノ激動ヨリモ進行スル速度更ニ大ナルコト明カナリ。是コトヲ以テ、最初ヨリ暫時ヲ經過スルルハ、波面ノ地位變ジテa、bトナルベシ。而シテ音波傳達ノ方向ハ、常ニ波面ト正交スルヲ以テ、音ヲシテ地面ニ向フテ落下セシメザルベカラズ。是レ吾人、風



下ニ在ルルハ音ノ強ク耳底ニ達スル所以ナリ。  
 右ト相反シ、風上ニ在リテ音ヲ聽クルハ、其ノ音、風ヲ逆ヘテ逆行スルモ、  
 Bニ於テハ、風力弱キヲ以テ、音波ノ激動、抵抗ヲ受クルコト小ニ、Aニ於テ  
 ハ、風力更ニ強キヲ以テ、其ノ抵抗ヲ受クルコト大ナラザルベカラズ。故ニ  
 音波ノ速度、Aニ於テハ、Bニ於ケルヨリモ小ナラザルベカラズ。是コト  
 以テ、第四十八乙圖ノ如ク、波面ノ地位、鉛直線ノ左方ニ傾キ、以テ其ノ音  
 ナシテ地面ニ近ヅカシメズ、却テ之レニ遠ザカラシムベシ。是レ風下ニ  
 於テ音ヲ聽クノ不便ナル所以ナリ。  
 博士をすぼるん、れいゝのるづ氏 (Osborne Reynolds.) ハ近時、上ノ理論ヲ以テ、  
 温度ヲ異ニスル空氣層ノ場合ニ適用シタリ。若シ夫レ上層空氣ノ温度、之  
 レヲ其ノ下層ニ比シ、大ニ低クカラシムニハ、第四百四十九節ニ説ケル所ノ  
 理由ヲ以テ、上層ヲ進行スル音波ノ激動ハ、下層ヲ進行スルモノヨリモ更  
 ニ小ナルガ故ニ、其ノ激動ノ進行スルニ從ヒ、波面、第四十八乙圖ノ如キ

地位ヲ占ムルヲ以テ、音波、地面ニ背キテ、空際ニ昇ラザルベカラズ。是コ  
 ト以テ、音ノ吾人が聽官ニ觸ルルコト弱カラザルベカラズ。但レ此ノ場合ニ  
 於テ音ヲ聽クト、風ノ場合ニ於テ音ヲ聽クトニ於テ、異ナル所ハ、一ハ音  
 ノ進行スル方向、何如ナルコト關セズ、何レノ處ニ在リテ、之レヲ聽クモ皆弱  
 ケレド、一ハ唯、値カニ一方ニ於テ之レヲ聽クコト弱キノ別アリ。然ルニ今、右  
 ト相反シ、霧圍氣ノ有様、常チ失スル時ニ於テハ、上層ノ空氣、下層ヨリモ  
 熱スルコトアリ。此ノ場合ニ於テハ、吾人が音ヲ聽クハ、風下ニ於テ音ヲ聽  
 クノ場合ト同ク、其ノ波動、地面ニ向フテ墮落シ來ルヲ以テ、其ノ音ノ耳  
 朶ニ達スル、極メテ強シ。右述アル所ノ外、空氣ノ温度、上下殆ド同一ニシテ  
 其ノ密度、亦齊一ナルルハ、音波ノ吾人が聽官ヲ擊ツコト強カラザルベカ  
 ラザルコト知ルベキナリ。何トナレバ、余輩ハ博士ちんだる氏 (Tyndal.) ノ試  
 験ニ據リ、空氣ノ温度、各層、相異ナルルハ、各層ヨリ音波ヲ反射シ、以テ之  
 ナシテ四散セシムルガ故ニ、吾人其ノ音ヲ聽クニ困ム所以ヲ證據立ツ



第十九章。發音體ノ振動。

ルヲ得ベケレバナリ。

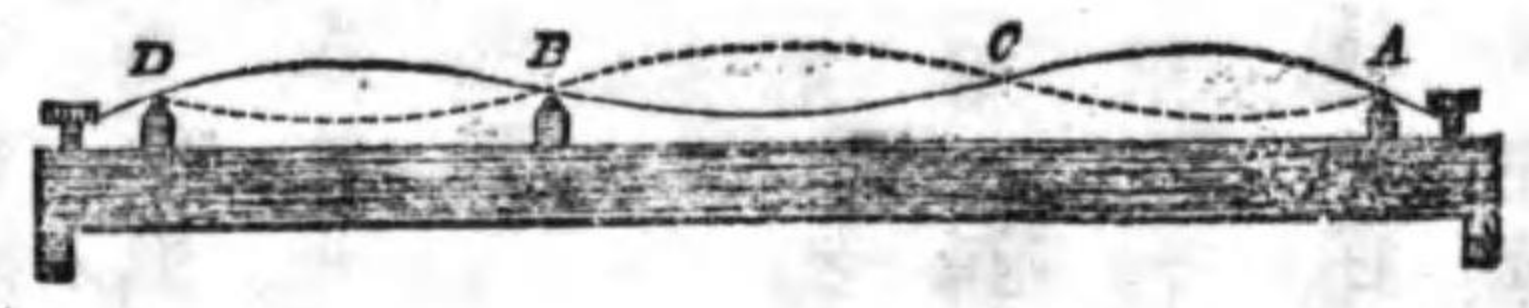
第一百五十四節。絃聲、共鳴器ノ爲ニ其ノ強サヲ増ス。

共鳴器トハ中空ノ筒ニシテ、一名之レテ胴ト云フ。絃ヲ彈ズルハ、胴及ビ其ノ内ニ含メル空氣共ニ絃ト同調ニ振動ス。凡ソ、胴ヲ樂器ニ設クルハ、胴善ク其ノ音ヲ拘束シテ直ニ散去セシメズ、絃ヲ以テ發音ノ第一源ト看做スルハ、胴恰其ノ第二源ト爲リテ音ヲ放ツノ狀アリ。是コヲ以テ、胴ヲ樂器ニ設クルハ、樂器ノ本體ヨリ發スル音ノ力ヲ増スノ効アリ。

第十九章。發音體ノ振動。

第一百五十五節。絃ノ振動。

今、一條ノ絃ヲ張り、之レヲ彈ズルトキハ、左右ニ振動ス、而シテ其ノ振動ハ絃ノ質、之レヲ張ル力及ビ絃ノ太サノ三者ニ關スルモノニシテ、此ノ振動、空氣ニ傳ハリ、吾人ガ聽官ニ觸レテ樂音トナル。第百三十九節ニ看



ユ。

第四十九圖ハ振動スル一條ノ絃ヲ示スモノナリ。譬ハバ今、絃ノ一端Dヨリ其ノ全長ノ三分一ヲ距リテ、Bニ駒ヲ置クハ、此ノB點常ニ靜止シテ動カザルノミナラズ。之レガ爲、絃ノ全體ヲシテ圖ノ如ク、蜿蜒シテ振動セシメントス。此ノ場合ニ於テハ、B點獨リ靜止スルノミナラズ、C點亦靜止スベシ。此ノC點ノA端ヲ距ルハ、B點ノD端ヲ距ルト均シ。圖中ノ續線ト不續線トハ、相對スル振動ノ極端位ヲ示スモノナリ。

BトCトノ兩點ヲ節ト名ツケ、二節ノ中間ヲ腹ト云フ。而シテDトBトAトノ比率ハ、 $1:2$ 、或ハ $1:3$ 、或ハ $2:3$ 、等ノ如ク、整數ナラザルベカラズ。若シ然ラズシテ分數ナルハ、一腹ノ振動、他腹ト相、交錯シテ互ニ牴牾スベシ。節ノ有無ヲ實觀セントスルニハ、板體ヲ以テ振動スル樂器即チ板器第百



五十九節ヲ參考スベシ。ニ如クモノナカルベシ。其ノ法先、砂ヲ板面ニ撒布シテ、之レヲ振動セシムベシ。斯ルルハ板體ノ振動スル間、砂、振動部即、腹ヲ跳リ去リテ、靜止部即、節ノ近傍ニ堆積シ相續キテ線狀ヲ爲ス。此ノ如ク節ノ相續クモノ、之レヲ節線ト名ヅク。此ノ節線ノ形ト數トハ、板體ノ形ト質トニ關スルノミナラズ、之レヲ設置スルノ方法ニ從フテ異ナラザルベカラズ。

次ギニ掲ゲルモノハ、振動ノ快慢、絃ノ如何ニ因リテ異ナル所ノ法則ヲ示スモノナリ。

(第一)振動時間ハ絃ノ長短ニ準ズ。

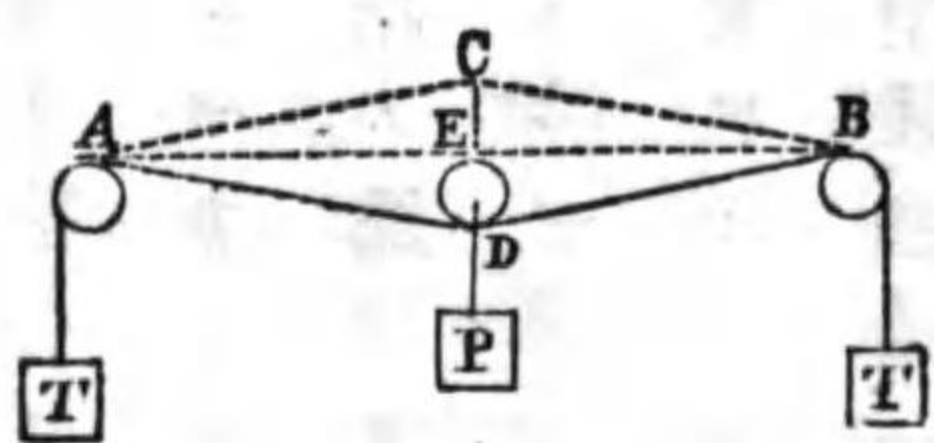
(第二)振動時間ハ絃ノ半徑ニ準ズ。

(第三)振動時間ハ緊張力ノ冪數根ト反比ヲ爲ス。

(第四)振動時間ハ絃密度ノ冪數根ニ準ズ。

右ノ四法則ハ頗、簡單ナル方法ヲ以テ、其ノ理由ヲ證據立ツルヲ得ベシ。

余輩先、第一ニ振動時間ノ絃ノ長短ニ準ズル理由ヲ説カントス。



第五十圖ハ相對シテ兩個ノ死滑車ヲ施シ、兩死滑車ニ跨リテ絲ヲ匝ラシ、中間ニ一個ノ活滑車ヲ加フルノ場合ニ於テ起ル平準ノ有様ヲ摸擬スルモノニシテ、其ノ絲、死滑車ヨリ活滑車ノ方ニ向フテ、斜面ノ狀ヲ爲スト雖、今、余輩ハ此ノ絲ノ欹傾スル度ヲ以テ、極ノテ僅少ニシテ A D B ノ三點殆、一直線内ニ在ルト

看做スベシ。之レヲ樂器ノ絲絃ニ對照スレバ T ハ絃ヲ緊張スル力ヲ代表シ、該力 A 或ハ B ノ上ニ働キ、P ハ當初、絃ノ靜止セシ地位 A E B ノ方ニ絃ヲ引キ戻スカヲ代表スベキナリ。

右ノ如ク説キ來リ、B D ト同一方向ヲ以テ、A C ヲ引キ、A D ト同一方向ヲ以テ、B C ヲ引クハ、A C B D 形ハ併行方形ニシテ、力ノ中斜法是レナリ。此ノ併行方形ニ於テハ D A ハ絃ノ緊張力ヲ代表シ、D C ハ絃ヲ引



キ戻ス力ヲ代表ス。絃ノ地位ヲ變ズルト甚小ナランニハ、AトBトノ間、  
 絃ノ全長ハ振動スルトセザルトニ於テ、大ナル差ヲ生ズルナキト明カナ  
 リ。而シテ引キ戻ス力ノ緊張力ニ對スル比率ハ、CDガADニ對スル比  
 率ト同カラザルベカラザルナリ。今先、緊張力ヲ以テ、終始同一トシ、絃ノ  
 長サ亦、同一ナリト看做サンニ、CDニ倍セバP力、亦從フテ二倍スベク、  
 CD三倍セバP力、亦從フテ三倍スベキガ如ク、之レヲ要スルニ、CD、如  
 何ノ割合ヲ以テ増加スルモ、P力、亦之レニ準ズル割合ヲ以テ、増加セザ  
 ルベカラザルナリ。然リ而シテCDハEDノ二倍ニシテ、EDハ絃ガ靜  
 止ノ地位ヨリ遠ザカル距離ヲ代表スルモノナリ。然ルルハP力ノ強弱  
 ハ絃ガ靜止ノ地位ヲ去ル距離ノ多少ニ準ズ。  
 次ギニ右ト場合ヲ異ニシ、絃ノ長サヲ二倍シ、靜止ノ地位ヲ遠ザカルノ  
 距離、終始、一ナリト看做スルハ、ADニ對スルCD、或ハEDノ比率ハ減  
 ジテ半トナルベシ。他語ヲ以テ之レヲ云フルハ、緊張力Tニ對スルP力

ノ比率ハ從前ノ半トナルベシ。是コヲ以テ之レヲ觀ルルハ、吾人、緊張力  
 ヲ變ゼズシテ、絃ノ長サヲ二倍スルルハ、靜止ノ地位ヲ遠ザカル距離ノ  
 多少ニ準ズルP力ハ、減ジテ半トナルト知ルベキナリ。然ルニ此ノ場合  
 ニ於テハ、動搖スベキ質量即チ絃ノ質量ハ、前時ニ二倍セザルベカラズ。是  
 コヲ以テ、絃ノ長サヲ増シテ二倍トナスルハ、動搖スベキ質量ノ増シテ  
 二倍トナルト同時ニ、引キ戻ス力ハ減ジテ半トナル。他語ヲ以テ之レヲ  
 陳ブレバ、引キ戻ス力ノ質量ニ對スル比率減ジテ四分一トナル。而シテ  
 第三百三十二節ニ據ルニ、振動時間ハ質量ニ準ズルヲ以テ、絃ノ長サヲ二倍  
 シ、其ノ靜止ノ地位ヲ遠ザカルノ距離、終始、一ナルノ場合ニ於テハ、振動  
 時間ノ二倍セザルベカラザルト明カナリ。  
 振動時間ハ絃ノ半徑ニ準ズルトハ、第二法則ノ主張スル所ナルガ、其ノ  
 理由ヲ證據立ツルト甚易シ。何トナレバ、絃ノ質量ハ、其ノ半徑ノ冪數ニ  
 準ズルモノニシテ、今姑シ、絃ノ長サ、緊張力、密度等ニ於テ、變化ナシトシテ



第十九章。發音體ノ振動。

論ズルル片ハ、振動時間ハ $\sqrt{\frac{m}{T}}$ ニ準ズルモノナレバ、亦從フテ絃ノ半徑ニ準  
 ゼザルヲ得ザレバナリ。  
 第三法則ニ於テ、振動時間ハ緊張力ノ冪數根ト反比ヲ爲スト云ヘル理  
 由ヲ探求スルニ、若シ絃ニ甲乙二條ノ絃アリ、其ノ長サ、半徑、密度等共ニ異  
 ナルコトナク、但シ乙條ノ緊張力ヲ増シテ甲條ノ四倍トセン歟。然ルル片ハ乙  
 條ノP力、亦増シテ四倍トナルベシ。而シテ振動時間ハ $\sqrt{\frac{m}{T}}$ ニ準ズルノ  
 規則ナレバ、乙條ノ振動時間ハ甲條振動時間ノ半ナルコト知ルベシ。  
 第四法則ニハ、振動時間ハ絃密度ノ冪數根ニ準ズト云ヘリ。何トナレバ、  
 振動時間ハ $\sqrt{\frac{m}{T}}$ ニ準ズルモノニシテ、質量ハ密度ニ準ズ。是コトヲ以テ、振動  
 時間ハ、密度ノ冪數根ニ準ゼザルベカラザレバナリ。  
 右ハ理論上ヨリシテ絃ノ振動時間ニ關スル四法則ノ理由ヲ證據立テ  
 タルナレド、余輩ハ又まあばーぐ(Marburg)ノ爲む、めると氏(M. Meide)ガ  
 創意ニ出ヅル一種ノ裝置ヲ借り來リ、實際ニ於テ較然之レヲ證據立テ



得ルコト甚易シ。第五十一圖ハ、此ノ裝置ノ構造ヲ示スモノニシテ、一個ノ  
 滑車ニ一條ノ絃ヲ匝ラシ、其ノ一端ニ重物ヲ垂レ、他ノ一端ヲ音釵ニ連  
 接シ、音釵ヲシテ振動セシム。  
 若シ音釵ト絃トヲ連接スルノ方式ヲシテ、音釵ノ振動スル方向ト絃ノ且  
 ル方向ト相合セシムル片ハ、釵脚、絃ノ方ニ向フテ一タビ動ク毎ニ、絃ハ  
 一個ノ腹ヲ現出スルノ機會ヲ得ルナリ。此ノ  
 場合ニ於テハ、音釵一タビ全振動ヲ終ル毎ニ、  
 五 絃ハ半振動ヲ終ルベシ。之レニ反シテ、前ト同  
 一ノ絃ヲ以テスルモ、其ノ連接ノ方式ニ於テ、  
 十 絃ノ且ル方向ト音釵ノ振動スル方向トナシ  
 一 テ直角ヲ爲サシムル片ハ、音釵ノ一タビ全振  
 動ヲ爲スノ間ニ於テ、絃、亦一タビ全振動ヲ爲  
 スベシ。以テ乙ノ方式ニ於テハ、絃ノ振動スル

第四篇。明界勢。



甲ノ方式ニ於ケルヨリモ、速ナルト二倍ナルヲ知ルベシ。  
 是コヲ以テ之レヲ觀ルルハ、甲ノ方式ヲ以テ音釵ト連接スルルハ、一腹ヲ以テ振動シ、節ヲ有セザル絃ノ如キハ、乙ノ方式ヲ以テ之レヲ連接スルルハ、振動時間ノ第一法則ノ旨ニ從ヒ、二倍ノ速度ニテ振動センガ爲、二腹ヲ以テ振動セザルベカラズ。或ハ圖ニ於ケルガ如ク、甲式ニ於テ二腹ヲ以テ振動スルノ絃ナランニハ、乙式ニ於テハ四腹ヲ以テ振動セザルベカラズ。

又、裝置ノ如何ヲ論ゼズ、若シ音釵ト連接スル所ノ絃ニシテ節ヲ有セズ、一腹ヲ以テ振動スルモノナラン歟、其ノ緊張力ヲ四分一トナスルハ、二腹ヲ以テ振動スベシ。是レ即チ振動時間ノ第三法則ニ準據スル所以ナリ。右ノ所説ヲ以テ、余輩ハ振動時間ノ第一及ビ第三法則ヲ實際ニ就キ證明スルヲ得タリ。

第百五十六節。風器。

凡ソ風器ノ音ハ、其ノ源、管ノ體ニアラズ、管ノ合メル空氣ニ在リ。大風琴ノ管ハ風器ノ理ヲ講明スルニ甚ダ良シ。第五十二圖ニ就キテ其ノ作用ノ方

第五十二圖



法ヲ領會スベシ。管ノ一端ニ口部アリ、空氣此レヨリシテ管ニ入ル。圖中ニ示ス所ハ管ノ一部ヲ表スルモノニシテ、今、口部ニ對スル他ノ一端ハ閉ヅルト看做シテ説キ起サン。

空氣、口ヨリ管内ニ流通スル時ハ、上唇ニ抵觸シ、之レガ爲メニ鼓動シテ、ル音即チ固有音ヲ云フナラン。凡ソ此ノ類ノ樂器ニ於テハ、其ノ原音（故ラニ裝置ヲ設ケル音即チ固有音ヲ云フナラン）ノ半波徑ハ、管ノ長サニ二倍スルモノニシテ、且ツ管中空氣ノ振動スルヤ、上部ニ在ル一層ノ空氣ハ、靜止スルモ口部一層ノ空氣ハ、振幅最大ナリトス。

按ズルニ、口ヨリ管内ニ流通スル空氣、唇ニ抵觸シテ許多ノ小鼓動ヲ發スベシ。但シ此ノ許多鼓動中ノ一鼓動ハ管内振動スル空氣柱ヨリ激動ヲ



受ケテ、其ノ強サヲ増シ、終ニ變ジテ樂音トナル、其ノ方法、左ノ如シ。  
 今、一鼓動、正ニ上ニ向フテ、管内、空氣ヲ激動スルノ機ニ在リト看做スル  
 ハ、管内ノ空氣、此ノ激動ヲ負フテ之レヲ其ノ上部ニ送致シ、次ギテ復、唇  
 ニ向フテ反射スベシ。斯レデ激動ノ唇ニ及ブ時、下向シテ、正ニ外出セント  
 スル鼓動ニ會スレバ、該鼓動、管内ノ空氣ヨリ來ル激動ノ爲強サヲ加フ  
 ルヲ言テ俟タズ。之レヲ要スルニ、強サノ加ハリタル鼓動ハ、其ノ初、管内  
 ノ空氣ニ與ヘタル激動、管ノ上部ニ達シテ復、唇ニ下リ來ルガ爲ニ費ユ  
 ル時間中ニ、其ノ半振動ヲ終ラザルベカラザルナリ  
 凡、風器ノ音ヲ發スルヤ、其ノ源、管内空氣柱ノ振動スルニ在ルヲハ土既  
 ニ之レヲ説ケリ。管ニ盛ルニ空氣ヲ以テセズシテ、他ノ瓦斯ヲ以テセバ、  
 其ノ音全ク異ナルヲ是レ其ノ證ナリ。是レ蓋、瓦斯柱一タビ振動ヲ終ル  
 ノ時間ハ、波動ノ管頭ニ達シ、次ギテ復、唇ニ下リ來ルノ時間ニ二倍シ、此  
 ノ時間、瓦斯ノ異ナルニ隨フテ等差アルニ由ル。是コヲ以テ、先、管ノ長サ

ヲ知リ、種種ノ瓦斯ヲ之レニ盛リ、發スル所ノ音ノ高低ヲ算定スレバ、此  
 レ等ノ瓦斯中ヲ通過スル音ノ速度ヲ知リ得ベシ。  
 右ノ説ハ頭部閉塞セル管ニ就キテ論ジタルモノナリ、兩端、開通セル管  
 ニ在リテハ、其ノ兩端ニ於ケル各層ノ空氣、振幅最大ニシテ、其ノ發スル  
 音ノ半波徑、管ノ長サト均シ。故ニ長サ之レト同ジキ閉管ヨリ發スル音  
 ノ半波徑ニ比スレバ、其ノ半ニ過ギズ。余輩ハ下文ニ於テ、棒狀ヲ爲セル  
 物體ノ縱振動ヲ考究スルノ後、再、風器ノ事ニ就キ論議スル所アルベシ。

第百五十七節。棒ノ振動。

今、木製ノ棒、數條ヲ束ネ、甲端ヲ堅牢體ニ繋ギ、乙端ヲ放チテ自由ニ動カ  
 シムレバ、之レヲシテ縱横ニ様ノ振動ヲ起サシムルヲ得ベシ。横振動ハ  
 手ニテ棒ヲ撃チ、或ハ弓ヲ用ヒテ之レヲ摩スルニ由リテ起リ、縱振動ハ  
 樹脂ヲ羅紗ニ塗リ、或ハ水ニテ指ヲ濕シ、棒ヲ上下ニ摩スルニ由リテ起  
 ル。斯、スルハ棒、一秒間ニ横ニ振動スルノ數ハ、其ノ太サト正比ヲ爲シ、



其ノ長サノ冪數ト反比ヲ爲シ、棒、一秒間ニ縱ニ振動スルノ數ハ、其ノ太サノ如何ニ拘ハラズ、其ノ長サト反比ヲ爲ス。  
 吾人、今少ク思慮ヲ回ラス、右棒狀ヲ爲セル物體振動法則ノ理由ヲ看破スルヲ難カラズ。先、其ノ橫振動ニ就キテ論ゼンニ、甲乙二條ノ棒アリ、甲ハ其ノ長サ乙ニ二倍ストシ、各棒其ノ靜止ノ地位ヲ遠ザカルノ距離、同一ナリト看做ス、其ノ靜止ノ地位ヲ遠ザカルニ由リテ發スル所ノ力ハ、乙ニ於テハ、甲ニ八倍セザルベカラザルヲ第六十八節ヲ以テ明ナリ。而シテ又其ノ動搖スベキ質量ヲ比較スル、甲ハ乙ニ二倍ス。是コヲ以テ、質量ニ對スル力ノ比率ハ、乙ニ於テハ、甲ニ十六倍セザルベカラザルナリ。然リ而シテ、第三百三十二節ニ據ルニ、凡、振動體ノ振動時間ハ、 $\sqrt{\frac{\text{質量}}{\text{彈力}}}$ ニ準ズルノ規則ナレバ、乙棒ノ振動時間ハ、甲棒ノ振動時間ノ四分一ナラザルベカラズ。故ニ乙棒ノ振動數ハ、甲棒ノ四倍ナラザルベカラザルナリ。以テ橫振動ノ數、長サノ冪數ト反比ヲ爲スノ理由ヲ知ルベ

キナリ。

余輩ハ上ト相類似スル論理法ヲ以テ、橫振動ノ數、棒ノ太サト正比ヲ爲スト云ヘル法則ヲ證據立ツルヲ得ベシ。蓋、此ノ場合ニ於テハ、太サ二倍スル、其ハ質量ニ對スル動力ノ比率ハ四倍セザルベカラズ。

次ギニ縱振動ノ理ヲ考究センニ、此ノ振動ニ於テハ、吾人ハ棒ヲ以テ、空氣柱ノ如ク看做サザルベカラズ。譬ヘバ、今、甲端ヲ放チ、乙端ヲ固定セル棒アリ、甲端ニ於テ之レヲ一撃スル、其ノ激動、甲端ヨリ乙端ニ向フテ進ミ、既ニシテ乙端ニ達スレバ、此レヨリ反射シテ甲端ニ向フテ進ム。但、此ノ激動ノ初、乙端ニ向フテ進ムヤ、棒ノ物子ヲ壓搾スルノ氣味アレ、一タビ其ノ乙端ニ觸レテ而シテ後、甲端ニ進ムノ際ニ於テハ、物子ヲ壓搾スルヲバナサズ、却テ元來ノ激動ニ逆向シ、甲端ヲ引キ延バスノ氣味アリ。次ギテ此ノ激動、乙端ニ向フテ進ム、其ハ、乙端之レヲ受ケテ再、甲端ニ向フテ之レヲ送致ス、其ノ送致セラレテ甲端ニ及ブヤ、將ニ轉ジ



テ乙端ニ向ハントスル機ニ臨ミ、其ノ景象漸シテ一たび循環ヲ終リ、一  
波ヲ完結ス。是コヲ以テ之レヲ觀ルルハ、一端ヲ放チ、他ノ一端ヲ固定セ  
ル棒ニ於テハ、一波ヲ完結スルノ時間ハ、其ノ激動ノ棒ヲ傳フテ前後ニ  
二回ノ往復ヲ爲ス時間ヲ要セザルベカラザルナリ。  
然レモ若シ其ノ棒ニシテ兩端共ニ固定センニハ、一回、振動ヲ完結スルノ  
時間ハ、其ノ之レニ與ヘタル激動ノ棒ヲ傳フテ唯、僅カニ一回、前後ニ往復  
スル時間ノミヲ以テ足レリトス。是コヲ以テ之レヲ觀ルルニ、同質、同長ノ  
棒、二條アランニ、其ノ一條ハ一端ノミヲ固定シ、他ノ一條ハ兩端共ニ固  
定スト看做スルハ、兩端共ニ固定スル棒、縱振動ノ速度ハ、一端ノミ固定  
スル棒ノ速度ニ二倍スベキヲ知ルベキナリ。  
以上説ク所ニ由リテ推スルハ、一端ノミ固定スルト兩端共ニ固定スル  
トヲ論ゼズ、縱振動ノ時間ガ棒ノ長サト正比ヲ爲ス所以ハ、容易ニ之レ  
ヲ知ルニ足レリ。故ニ縱振動ノ數ハ棒ノ長サト反比ヲ爲サザルベカラ

ザルナリ。次ギニ縱振動ノ數ニシテ、棒ノ太サニ拘ラザル所以ノ如キモ、  
之レヲ解スル蓋シ難キニアラズ。何トナレバ、吾人、今、棒ノ太サヲ二倍スル  
ルハ、其ノ動搖スベキ質量ヲ二倍スルノミナラズ、此ノ場合ニ於テハ、其  
ノ前形ニ復スルノ力、亦、二倍セザルベカラザルヲ第六十五節ニ據リテ  
明カナレバナリ。是コヲ以テ、振動時間ヲ左右スルカト質量トノ二者ノ間  
ニ行ハルル比率ハ、依然舊ノ如クニシテ變ゼザルナリ。

## 第百五十八節

右説ク所ヲ以テ考フルルハ、棒狀ノ物體、振動スルニ當リ、節ヲ有スルノ  
方式果シテ如何ナルヤヲ知ルル甚、容易ナリトス。此ノ場合ニ於テ、吾人  
ガ必シモ注意セザルベカラザルノ件ハ、其ノ棒ノ振動、如何様ノ腹ヲ有  
スルヤヲ論ゼズ、諸腹、悉皆、同時間ニ振動スルニ在リ。是コヲ以テ、余輩ハ  
三ツノ相異ナレル場合ニ就キ、左ニ考究スル所アラントス。第一、兩端共ニ固  
定セル棒ノ縱振動。第二、一端、固定シテ他ノ一端、固定セザル棒ノ縱振動。



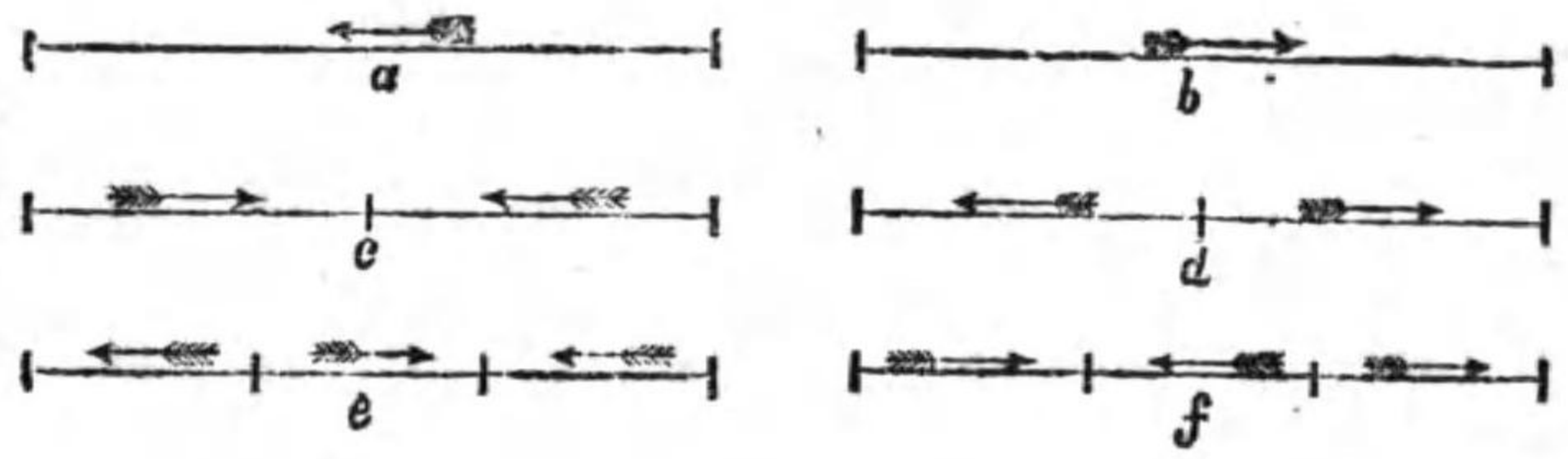


圖 甲 三 十 五 第

ノ一半ニシテ、二節ノモノノ動時間ハ無節ノモノノ三分一ナルベカ

及ビ第三、兩端共ニ固定セザル棒ノ縱振動是レナ  
 リ。第五十三甲圖ハ兩端共ニ固定セル棒ノ節ヲ有  
 スル方式ヲ示スモノニシテ、其ノ第一列ナル二條  
 ノ棒ハ、一ツモ節ヲ有スルヲナク、全體合同シテ振動  
 シ、之レヲ兩端共ニ固定セル棒、固有ノ振動トス。第  
 二列ノモノハ其ノ中央ニ當リテ一節ヲ有シ、其ノ  
 激動、交互、進退シテ、一ダビハ節ノ物子ヲ壓縮シ、一  
 タビハ之レヲ伸暢セントス。第三列ニ至リテハ、全  
 體ノ棒、均一ナル三部ニ分レ、以テ二節ヲ有スルモ  
 ノニシテ、尙此ノ方法ニ從ヒ、四五六等ノ如キ許多  
 ノ平均部ニ分ツモ妨ゲナシ。然リ而シテ第二列ノ  
 如キ一節ヲ有スルモノノ振動時間ハ、無節ノモノ

ヲザルナリ。

第五十三乙圖ハ一端固定シ、他ノ一端固定セザル棒ノ節ヲ有スルノ狀  
 ニシテ、aトbトヲ以テ此ノ如キ棒無節ノ固有振動ヲ示シ、cトdトニ

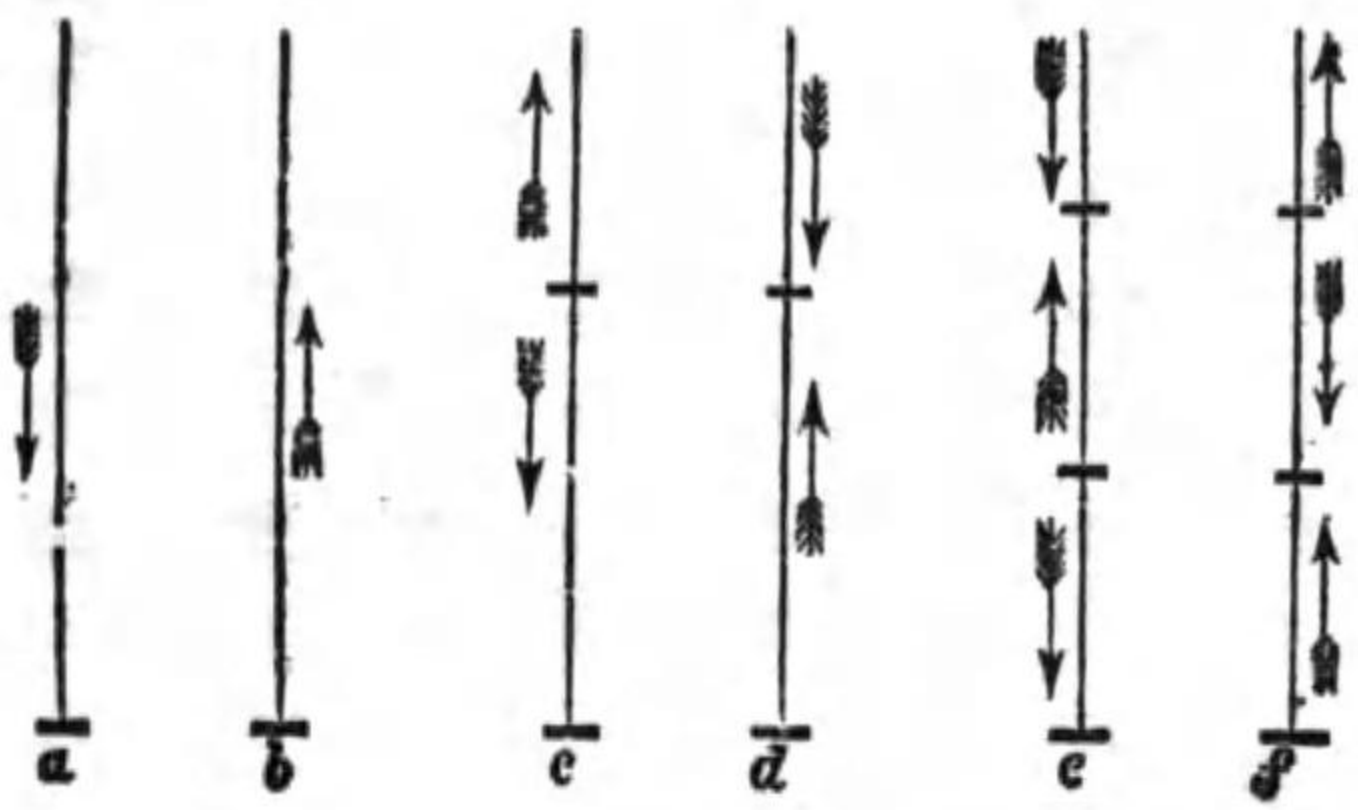
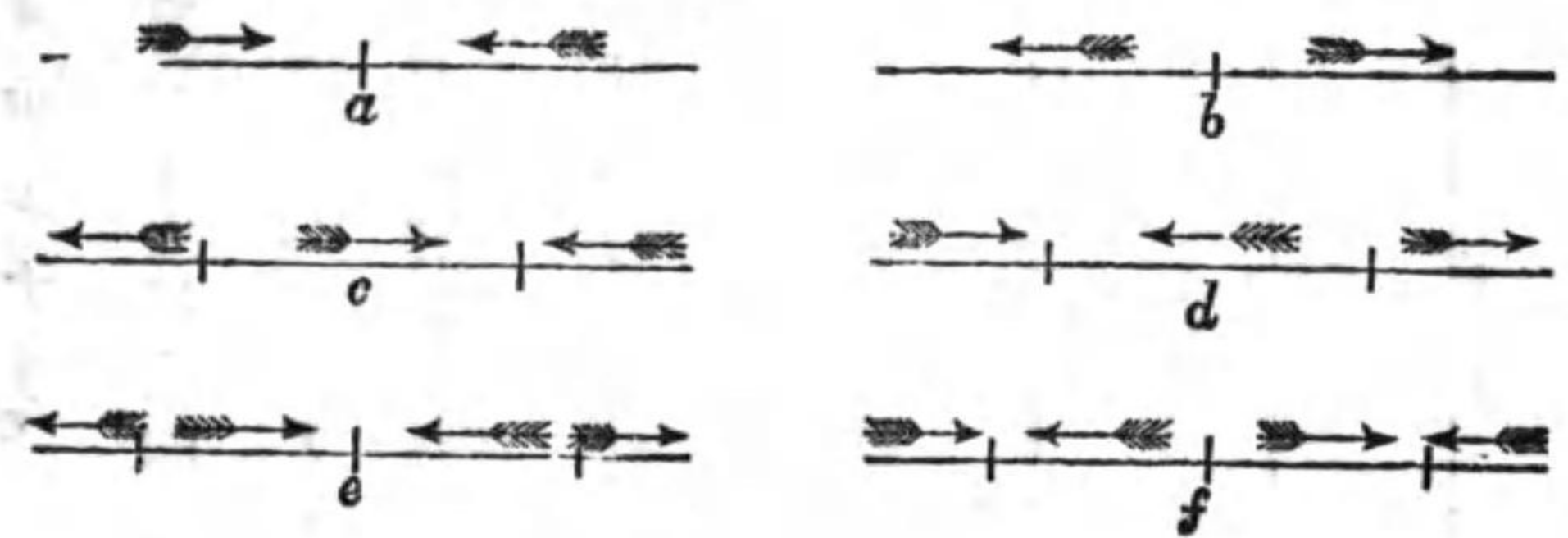


圖 乙

於テハ、其ノ振動一節ヲ有スルモノヲ示ス。而  
 シテ該一節ノ地位ハ固定セザル端ヨリ其ノ  
 全長ノ三分一ニ當ル處ナラザルベカラズ。何  
 トナレバ、此ノ場合ニ於テ、吾人ハ一條ノ棒ヲ  
 以テ、相、連接スル二條ノ棒ノ如ク看做サザル  
 ベカラズ。即、其ノ上部ヲ以テ一端、固定シ、他ノ  
 一端、固定セザル一條ノ棒ト看做シ、其ノ下部  
 ヲ以テ兩端、固定シ、長サ上部ニ二倍スル棒ト  
 看做サザルベカラザレバナリ。是コヲ以テ、上部ト下部トハ其ノ長サ相  
 異ナリト雖、其ノ振動時間ハ兩ツナガ同一ナラザルベカラザルナリ。





第五十三圖 丙

トノトニ於テハ、其ノ振動二節ヲ有シ、其ノ第一部ハ棒全長ノ五分一ニシテ、第二、第三ノ兩部ハ各、第一部ニ二倍セザルベカラズ。此ノ如ク長短相異ナリト雖三部ノ振動皆、同時間ナリトス。

終リニ至リ、余輩ハ第五十三圖ヲ以テ、兩端共ニ固定セザル棒ノ縱振動ヲ爲スニ、節ヲ分ツノ方式ヲ示スベシ。aトトハ該棒固有ノ振動ヲ示スモノニシテ、此ノ場合ニ在リテハ、固有ノ振動ニ於テ、既ニ其ノ中央ニ一節ヲ有ス。詳ニ之レヲ云ヘバ、兩端共ニ固定セザル棒ノ振動ハ一端固定シ、他ノ一端、固定セズシテ、長サ半ナル二條ノ棒ノ振動スルト、其ノ狀恰ニ相同ジ。トトニ於テハ、二節ヲ有シ、各節、棒端ヲ距ル、其ノ全長四

分一ノ處ニ在リ。トトニ於テハ、三節ヲ有シ、該三節、全體ノ棒ヲ分チテ四部トナシ、其ノ各部ノ割合即チ $1+2+2+1=6$ ニシテ、一端ノミ固定セル棒、一ノ長サヲ有スルモノ二條ト、兩端共ニ固定セル棒、二ノ長サヲ有スルモノ二條トガ振動スルト同ジ。是コヲ以テ、其ノ諸部、皆、同一時間ニ振動セザルヲ得ズ。

抑、空氣柱ノ振動ハ、棒狀ノ物體、縱振動ヲ爲スノ時ト同一法則ニ從フモノナルヲ前節少ク之レニ説キ及ビタリキ。譬ヘバ一端、閉塞セル風器ノ管ハ、一端、固定セル棒ニ類スルモノニシテ、取リモ直サズ空氣ノ棒ナリ。而シテ該空氣ノ振動時間ハ、其ノ激動、ニタビ管ヲ通ジテ上下シ終ル時間ト同一ニシテ、(第百五十六節ヲ參考スベシ)恰ニ一端、固定セル棒ノ振動時間ガ、其ノ激動ノ棒ヲ傳フテ兩回前後ニ往復スルノ時間ト同一ナルガ如シ。

上ト同一ノ理由ヲ以テ、兩端、開通セル風器管ノ空氣ハ、兩端、固定セザル



棒ト其ノ振動チ一ニス。是コヲ以テ、該管内ノ空氣ハ、管ノ中央部ニ於テ、一節ヲ有セザルベカラズ。故ニ該管固有ノ音ハ、長サ半ニシテ一端、閉塞セル管ノ固有音ト同ジカルベキナリ。

之レヲ要スルニ、棒ト風氣管内ノ空氣トノ振動ハ、其ノ致悉、一ニシテ、一端ノミ開通セル管ハ、一端ノミ固定セル棒ノ振動ニ節ヲ有スルモノト全ク同一ノ方式ヲ以テ、節ヲ有シ、又其ノ兩端共ニ開通セル管ハ、兩端共ニ固定セザル管ト全ク同一ノ方式ヲ以テ、節ヲ有スルナリ。

第百五十九節。板器ノ振動。

板器<sup>◎</sup>トハ薄キ板様ノ體ヲ以テ、振動スルモノニシテ、之レヲシテ振動セシメント欲スレバ、弓ヲ以テ其ノ邊緣ヲ摩スベシ。凡<sup>レ</sup>板體ノ振動ハ左ノ法則ニ從ハザルナシ。厚サト廣サトノ外、他ニ異ナル<sup>レ</sup>ナキハ、一秒間、板ノ振動ヲ爲ス數ハ、其ノ厚サト正比ヲ爲シ、其ノ廣サト反比ヲ爲ス。鈴、鐸、鐘、銅鑼ノ如キハ、一種ノ板器ニシテ、振動スル板體ニヨリテ其ノ

音ヲ發シ、鼓ノ如キモ亦、一種ノ板器ニシテ振動スル一葉ノ膜ヲ以テ、其ノ音ヲ生ズルモノナリ。

第百六十節。振動ノ交通。

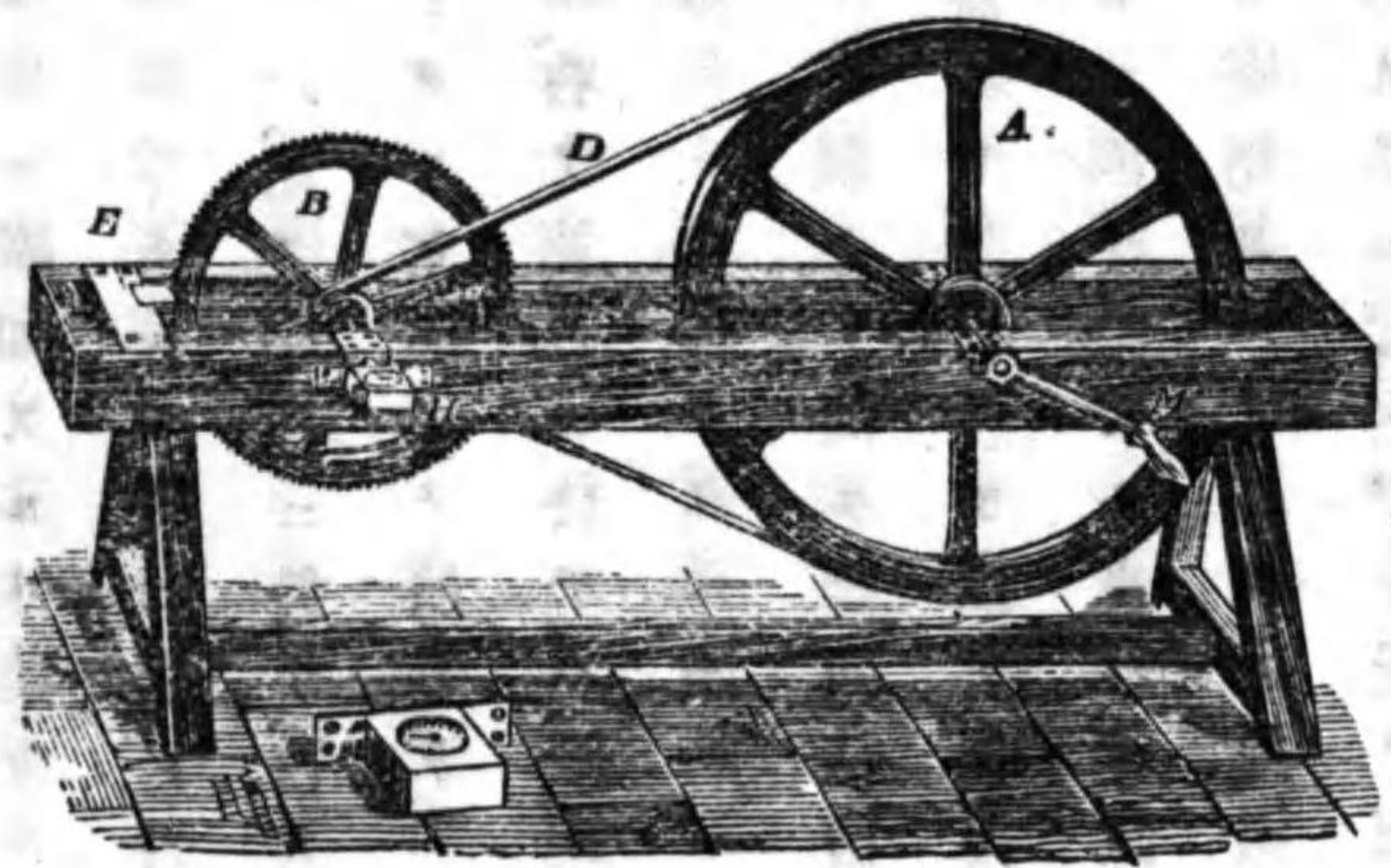
若<sup>レ</sup>一音、空氣中ヲ進ムノ際、之レト同音ヲ發スベキ樂器、其ノ近傍ニアレバ、該樂器之レガ爲ニ自<sup>ラ</sup>音ヲ發スルノ狀アリ。是レ屢、<sup>レ</sup>ハヤノニ於テ看ル所ニシテ、其ノ近傍ニ一音起ル<sup>レ</sup>アルハ、<sup>レ</sup>ハヤノ之レニ應ジテ自<sup>ラ</sup>音ヲ放ツ<sup>レ</sup>アリ。又或ハ音釵ヲ鳴ラシ、胡弓ト同律ノ音ヲ發セシムルハ、胡弓ノ絃、之レガ爲ニ自<sup>ラ</sup>振動スル<sup>レ</sup>アリ。抑、音ナルモノハ固ヨリ勢ノ一種ニシテ、凡<sup>レ</sup>勢ナルモノ、之レヲ創出スル能ハザルノ理由ヲ以テ推スハ、右ノ場合ニ於テ、絃自<sup>ラ</sup>發音スルガ如クニ看ユレ<sup>レ</sup>、其ノ實此ノ波動ノ勢、絃ノ爲ニ吸收セラレテ、後再<sup>レ</sup>絃ヨリ發シ來レルナリ。是コヲ以テ、此ノ場合ニ於テハ吾人ハ音波ノ勢ヲ以テ、空氣ヨリシテ絃ニ傳フルモノト看做サザルベカラス。然ルニ右ニ反シ、今、人此ノ絃ヲ彈ズルハ、音波ノ勢、絃



ヨリ空氣ニ通ズ。是コナ以テ考フルニ、靜止スル際、絃ノ吸收スル波動ハ、之レヲ彈ズルニ當リテ、絃ノ發出スル波動ナラザルベカラザルナリ。後文、輻射光熱ヲ論ズル篇ニ到ラバ、光熱ニ於テモ、亦此ノ法則ト相似タル法則ノアルヲ知ラン。

第百六十一節。振動數ノ算定。

さぶとと氏(Savart)ハ發スル所ノ音ニ從ヒ、振動ノ數、異ナルヲ算スルニ、最簡約ナル一器械ヲ創作セリ。第五十四圖ニ示スモノ是レナリ。今、齒輪Bヲ迅速ニ旋轉セシムルハ、各齒、器械ノ一端ニ固着セル骨牌ニ觸レテ之レヲ彈ズ。例スルニ、B輪ノ旋轉スル毎秒、三回ニシテ齒數、百個ナランニハ、其ノ骨牌ヲ彈ズル毎秒、三百回ナラザルベカラズ。故ニ此ノ場合ニ於テ其ノ發スル所ノ音ハ、樂音ナラザルベカラズ。又、輪側ニ指針ヲ具シ、以テ輪ノ旋轉スル數ヲ示シ、其ノ旋轉スル數ニ由リテ、骨牌ノ若干時間ニ爲ス振動數ヲ算シ得ルナリ。今此ノ器械ヲ以テ、試驗ヲ爲サン



第五十四圖

ニハ、漸次ニ輪ノ旋轉スル速度ヲ増シ、要スル所ノ音ヲ發スルニ至レバ、若干時間其ノ速度ヲ増減セズシテ之レニ持重シ、此ノ際、目ヲ指針ニ注ギ、之レニ藉リテ、輪ノ旋轉スル幾回ナルヲ知リ、以テ其ノ發スル音ニ從ヒ、骨牌ノ毎秒間ニ振動スルノ數ヲ算シ得ベシ。吾人ハさぶとと氏ノ器械ヲ以テスルハ、尋常ノ屋室内ニ於テ、音響ノ空氣中ヲ進行スル速度ヲ容易ニ算定スルヲ得ベシ。今此ノ試驗ヲ爲スニ當リテハ、先、第一ニ音釵ヲ鳴ラシ、該器械ヲ以テ、其ノ音釵ノ發スル音ハ毎秒間、何回ノ振動ヲナスヤヲ檢定シ。次ギニ丈、高キ圓桶ニ徐々、水ヲ注ギ、音釵



チ其ノ上ニ出ダスニ、水ト音釵トノ間ニ於ケル空氣柱、音釵ト一致シテ振動スルノ高サニ至ルヲ度トスベシ。若シ人少ク熟練スルハ、該高サヲ精密ニ辨知スルヲ難カラズ。何トナレバ、水、該高サニ達スルハ、其ノ音、較著乎トシテ更ニ強ク吾人ガ聽官ヲ打撃スレバナリ。詳ニ之レヲ述ブレバ、此ノ場合ニ於テ、吾人ハ水面ト音釵トノ間ニ、一種ノ風器管ヲ作出シタルガ如キノ狀アリ。

扱、右ノ場合ニ於テハ、一端、閉塞セル風器管ト其ノ趣チ一ニシ、音釵ヨリ空氣ニ附與シタル激動ハ、音釵ノ一振動ヲ完結スルノ時間ニ於テ、水面ト音釵トノ間ヲ二回往復セザルベカラザルヲ明カナリ。(第百五十六節ヲ參考セヨ)。是コヲ以テ、先、水面ト音釵トノ間ナル空氣柱ノ長サヲ知り、之レニ四ヲ乘ズルハ、音釵ヨリ空氣ニ附與シタル激動ガ、音釵ノ一振動ヲ完結スルノ時間ニ通過シタル行程ノ長短ヲ知ルニ足ル。是コヲ以テ、吾人若シ豫メ「*safo*」ト氏ノ器械ニ由リ、音釵ヨリ激動ヲ空氣ニ附與スル

毎秒果シテ何回ノ多キニ至ルヤヲ檢定シ、以テ右ノ試驗ヲ爲スルハ、毎秒間ノ速度ヲ發見スルヲ得ベキナリ。

譬ヘバ茲ニ「*safo*」ノ音釵アランニ、之レヲ鳴ラシ、*safo*ト氏ノ器械ヲ以テ、之レヲ試ムルニ、毎秒間、五百五十回ノ振動ヲ爲シ、長サ六英寸ノ空氣柱ト一致シテ振動スルト看做スルハ、音釵ヨリ空氣ニ附與スル激動ハ、音釵ノ一振動ヲ完結スル毎ニ、六英寸ノ四倍即チ二英尺ヲ行クノ割合ニシテ、毎秒間、空氣ニ附與スル激動ノ數ハ、音釵ノ振動數ト同ク、五百五十個ナルガ故ニ、其ノ激動即チ音ノ毎秒間、空氣中ヲ行ク速度、千百英尺ナラザルベカラザルナリ。

#### 第百六十二節。振動ヲ摸寫スルノ法。

悉ひ、*safo*ト氏(M. Lissajous)ハ發音體ノ振動ヲ判然、明視シ易カラシムル最良ノ一法ヲ發明セリ。第五十五圖ニ示スモノ是レナリ。其ノ裝置ノ緊要ナル部ハ、第一ニ音釵ニシテ、小鏡ヲ其ノ一臂ニ附帶シ、他ノ一臂