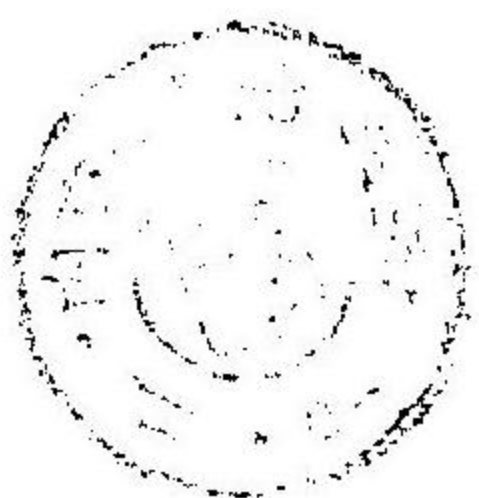


工學士小宅千次郎編

中等物理教科書 全

東京

金港堂書籍株式會社



中學物理教科書ノ序

本書ハ中學校及是ト同一ノ學科程度ノ學校ノ教科書ニ供
センガ爲メニ編纂シタルモノニシテ大凡一百三十時間有
餘ヲ以テ能ク之ヲ授クルコトヲ得ルモノナリ而シテ本書
ハ專ラ簡略ヲ旨トシタレバ必要ノ度比較的少ナキ事項ヲ
全ク省略スルノミナラズ記載スル事項ト雖モ説明ノ不充
分ナル箇所少シトセズ因テ教員諸氏ハ能ク之ヲ敷衍シテ
丁寧ニ教授セラレンコトヲ希望ス又數學上ノ證明ハ最モ
簡易ナルモノノ外悉ク掲ゲズ是レ中等教育ニ於ケル斯科
ノ既定ノ時間内ニテ學生ヲシテ能ク之ヲ了解セシムルコ
ト至難ナレバナリ然リト雖モ宇宙間ノ諸現象ノ説明及簡
易ナル斯科ノ應用ノ大意ヲ充分ニ學修セシメンガ爲メニ
時間ノ許ス限リ學生ヲシテ數々復習ヲナサシメ或ハ卑近

二
ナル問題ヲ解カシメ以テ確實ナル知識ヲ得セシメント
最モ必要ナラント余ハ深ク確信スルモノナリ
本書中ニ述ブル事項ノ順序ハ學生ヲシテ理會シ易カラシ
ムルヲ主トシテ往々論理的順序ニ據ラザル所アリ
又本書中嚴正ニ論ズレバ斯學ノ範圍ノ内ニ屬セザルモノ
數章アリ然レドモ此等ハ皆斯學ニ密接ノ關係アリ特ニ人
生ニ直接ノ關係アリテ頗ル必要ナレバ之ヲ削除スルニ忍
ビズ因テ之ヲ掲ゲヌ是レ余ガ本書ヲ中等物理學教科書ト
名ヅケズシテ中等物理教科書ト名ヅクル所以ナリ
流電氣ノ編ノ頁數比較的多キハ輓近電氣ノ應用漸ク盛大
トナリテ吾人ニ直接便益ヲ爲スコト甚ダ大ナルモノナレ
バ學生ヲシテ能ク其應用ノ大略ニ通曉セシメントノ微意
ニ出デタルモノナリ

實驗ハ最モ普通ノモノヲ撰ビタリト雖モ時ニヨリ所ニ隨
ヒ必ズ取捨セザル可ラザモノ頗ル多シ斯ル場合ニハ可及
的適當ノ實驗ヲ以テ之ニ換ヘラレンコトヲ教員諸氏ニ向
テ切ニ望ム所ナリ

明治三十四年八月下旬

編者識ス

中等物理教科書

目錄

第一編 緒言

一、顯象 二、物體及物質 三、質量 四、分子及原子 五、溶解 六、物理的
變化及化學的變化 七、物質ノ三態

第二編 力

八、運動 九、速度 一〇、加速度 一一、力 一二、摩擦 一三、運動ニ關
スル三ツノ定則 一四、運動ノ第一定則 一五、運動ノ第二定則 一六、力ヲ
直線ニテ示スコト 一七、力ノ平行四邊形 一八、力ノ合成 一九、力ノ分解
二〇、力ノ單位 二一、力ノ測定 二二、力ノ二種 二三、運動ノ第三定則
二四、衝突 二五、反射動ノ定則 二六、引力ノ定則 二七、凝集力及粘着力
二八、落體ノ速度ハ其質量ニ關係ナシ 二九、重量 三〇、(甲)重力ノ加速度
三〇、(乙)落體ノ定則 三一、力ノ能率 三二、平行力ノ合成 三三、重心
三四、三種ノ平準 三五、振子 三六、遠心力 三七、仕事 三八、勢 三九、

勢ノ二種 四〇、勢ノ轉化及勢ノ不滅 四一、器械 四二、(一)挺子 四三、
(二)輪軸 四四、(三)滑車 四五、(四)斜面 四六、(五)楔 四七、(六)螺旋
四八、器械ニ關スル定則 第二編ノ問題

第三編 流體ニ就キテ……………六一

四九、液體ノ壓縮 五〇、「パスカル」氏ノ定則 五一、水壓機 五二、液體ノ
平準 五三、毛管現象 五四、泡準器 五五、液體ノ上壓及側壓 五六、浮體
ノ浮力 五七、密度 五八、比重 五九、固體ノ比重測定 六〇、液體ノ比重
測定 六一、滲透 六二、氣體ノ擴散 六三、大氣 六四、氣壓計 六五、氣體
ノ浮力 六六、輕氣球 六七、氣體ノ膨脹 六八、「ボイル」及「マリオット」氏
ノ定則 六九、吸液管 七〇、「サイフホン」 七一、空氣ポンプ 七二、吸上
ポンプ 七三、吸上及壓搾ポンプ 七四、水車 七五、上射車 七六、下射車
七七、胸射車 第三編ノ問題

第四編 熱ニ就キテ……………九二

七八、熱ノ本性 七九、膨脹 八〇、溫度 八一、寒暖計 八二、膨脹ノ除外例

八三、膨脹率 八四、「シャルルス」氏ノ定則 八五、融解 八六、氣化 八七、
蒸溜 八八、熱ノ配布 八九、傳導 九〇、導體及不導體 九一、對流 九二、
輻射 九三、熱量ノ測定 九四、比熱 九五、潛熱 九六、起寒劑 九七、濕
氣 九八、比較的濕度 九九、濕度計 一〇〇、熱ノ當量 一〇一、蒸汽機關

第四編ノ問題

第五編 音ニ就キテ……………一二五

一〇二、振動 一〇三、高低波 一〇四、疎密波 一〇五、音波ヲ曲線ニテ示
スコト 一〇六、音ノ速度 一〇七、音ノ強サト距離トノ關係 一〇八、音ノ
反射 一〇九、音ノ屈折 一一〇、共鳴 一一一、噪音及樂音 一一二、音ノ
三ツノ要素 一一三、音ノ強サ 一一四、音ノ高サ 一一五、音調ノ測定 一
一六、音色 一一七、音階 一一八、樂器 一一九、絃ノ振動 一二〇、空氣
ノ振動ニ基クモノ 一二一、風琴管 一二二、板或ハ薄膜ノ振動 一二三、唸
リ 一二四、發聲機 一二五、言語ノ原理 一二六、聽音機 一二七、蓄音機

第五編ノ問題

第六編 輻射ノ勢ニ就キテ……………一五四

- 一二八、輻射ノ勢 一二九、光ノ波動説 一三〇、光ノ直進 一三一、發光體
- 一三二、透明體及不透明體 一三三、視角 一三四、陰影 一三五、光線
- 一三六、光度 一三七、光ノ速度 一三八、光ノ反射 一三九、平面鏡ノ反射
- 一四〇、散光 一四一、凹鏡ノ反射 一四二、凸鏡ノ反射 一四三、光ノ屈折
- 一四四、屈折率 一四五、全反射 一四六、レンズ 一四七、兩凸レンズ
- 一四八、兩凸レンズノ像 一四九、兩凸レンズ 一五〇、兩凸レンズノ像
- 一五一、暗箱 一五二、眼球 一五三、幻燈 一五四、望遠鏡 一五五、雙眼鏡
- 一五六、顯微鏡 一五七、三稜鏡 一五八、日光ノ分解 一五九、分光線
- 一六〇、氣體ノ「スペクトラム」 一六一、太陽ノ「スペクトラム」 一六二、
- 物體ノ色 一六三、餘色 一六四、三ツノ原色 一六五、繪具ノ混合 一六六、
- 暗熱線ノ性質 一六七、輻射及吸收 一六八、熱ノ交換 第六編ノ問題

第七編 靜電氣ニ就キテ……………二〇五

- 一六九、摩擦電氣ノ發生 一七〇、電氣ノ二種 一七一、クロン氏ノ定則

第八編 磁氣ニ就キテ……………二二七

- 一七二、導體不導體 一七三、電氣ノ配布 一七四、感應 一七五、金箔驗
- 電器 一七六、起電機 一七七、レイデン罐 一七八、電位 一七九、起電盆
- 一八〇、空中電氣 一八一、避雷針
- 一八二、磁石 一八三、磁石ノ定則 一八四、磁石ノ種類 一八五、磁石ノ兩
- 極 一八六、磁氣力線 一八七、磁氣ノ感應 一八八、一時磁石及永久磁石
- 一八九、磁石ノ製法 一九〇、地球ノ磁氣 第七及第八編ノ問題

第九編 流電氣ニ就キテ……………二三八

- 一九一、電池 一九二、電池ノ原理 一九三、善良ナル電池 一九四、「ブンゼ
- ン」電池 一九五、「グレネット」電池 一九六、「ダニエル」電池 一九七、「ル
- クランシ」電池 一九八、電流ト電流トノ關係 一九九、電流ト磁氣トノ關係
- 二〇〇、「ソレノイド」 二〇一、電氣磁石 二〇二、電流計 二〇三、電氣ノ抵
- 抗 二〇四、電流ノ強サ 二〇五、「ジュール」氏ノ定則 二〇六、電鈴 二〇七、
- 表示機 二〇八、電信 二〇九、海底線 二一〇、感應電流 二一一、感應コ

イル 二二二、「レントゲン」氏ノX光線 二二三、電話 二二四、電話交換
 二一五、發電機 二一六、發動機 二一七、電燈 二一八、電流ノ勢ト化學的
 勢トノ關係 二一九、電氣鍍金術 二二〇、電氣版 二二一、電氣分解ニ關ス
 ル定則 二二二、蓄電池 二二三、以上ノ括論 第九編ノ問題
 第十編 結論.....二九五

目錄終

度量衡比較表

噸	頓	貫	立	升	哩	呎	吋	吋	哩	町	尺
ト	ボ	ト	ガ	リ	マ	フ	イ	キ	メ	サ	シ
ン	ス	ノ	ロ	ト	イル	インチ	メートル	メートル	メートル	町	尺
(ド	グラム	グラム	グラム	グラム	メートル	メートル	メートル	メートル	町	尺
二	一	七	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	三	一
七	二	五	一	〇	一	八	三	三	三	〇	〇
〇	〇	四	七	六	六	五	二	三	三	九	〇
五	七	七	二	六	六	八	五	四	四	二	〇
			五	七	七	九	六	六	六	七	一
											三
貫	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦
一	四	二	〇	二	一	三	二	〇	三	一	〇
〇	五	八	〇	二	五	〇	六	二	三	四	一
一	三	三	六	〇	四	二	八	九	四	九	九
六	六	五	四	五	三	四	四	一	一	四	四
			八	三	二	九	七	三	七	三	二
				二	五	一					
瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦
磅	ケ	磅	オ	立	ガ	吋	吋	吋	哩	ヤ	吋
グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	メートル	メートル	メートル	メートル	町	尺
トン	トン	トン	トン	トン	トン	メートル	メートル	メートル	メートル	町	尺

中等物理教科書

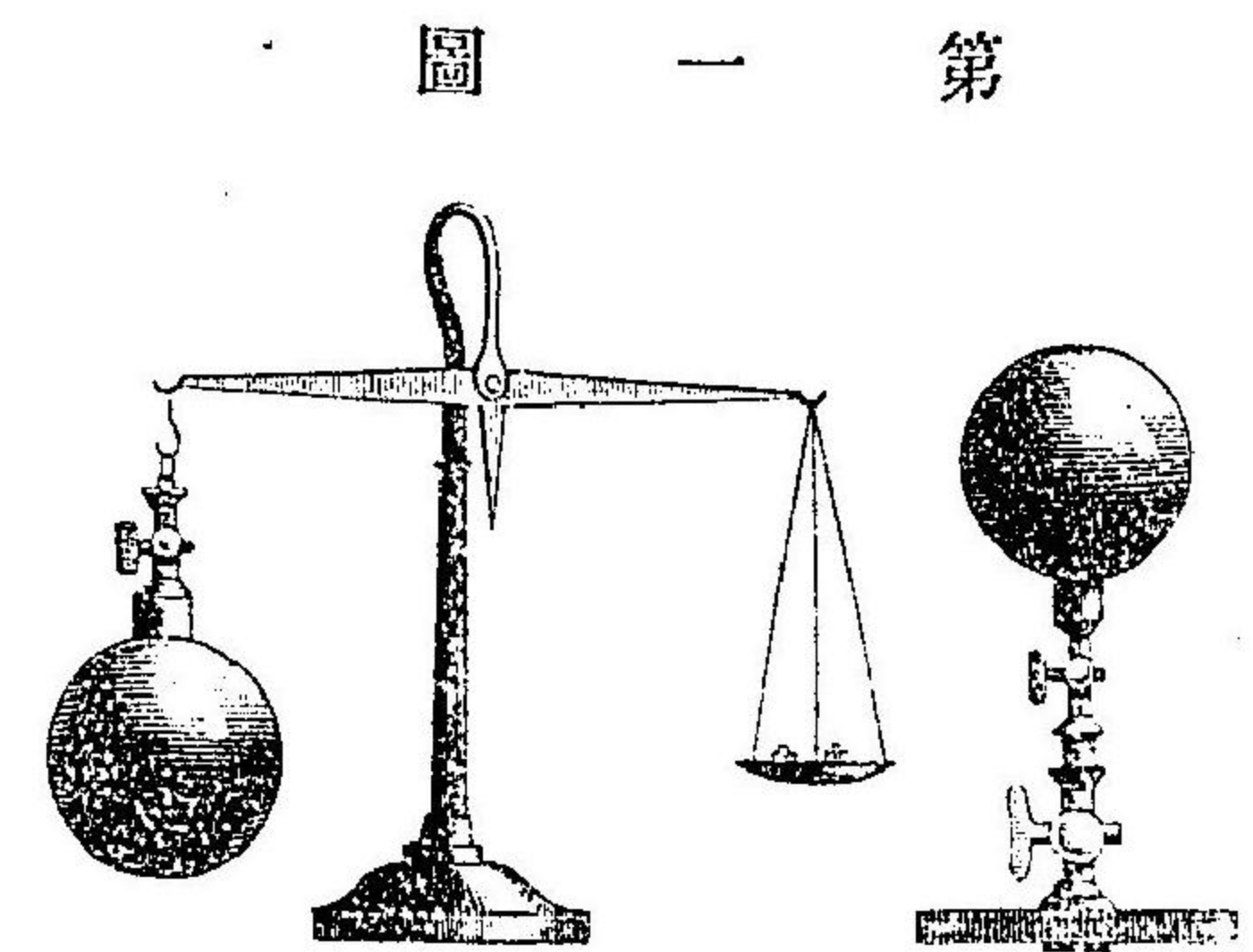
工學士 小宅千次郎編

第一編 緒言

一 現象 (Phenomenon) 熟宇宙間ノ事物ヲ觀察スルニ一トシテ皆變化セザルモノナシ、例ヘバ、天體ノ運行、天氣ノ晴雨、氣候ノ寒暖、動植物ノ生死或ハ榮枯、岩石ノ形成或ハ崩壞等、皆宇宙間ノ物質ニ起ル現象ニ外ナラザルナリ。

二 物體及物質 (Body and matter) 宇宙間ニ於テ若干ノ空間ヲ占有シ且多少ノ重量ヲ有スルモノヲ物體ト云ヒ、其物體ヲ構成スルモノハ物質ナリ、例ヘバ、吾人が直立スルトキハ若干ノ空間ヲ占有スルガ故ニ他人來リテ同時ニ此場所

ヲ占有スルコト能ハズ、換言スレバ二物同時ニ同場所ヲ占有スルコト能ハズ、之ヲ物質ノ不可入性(Impenetrability)ト云フ。



第一圖

實驗 一ノ空洞ナル球ヲ取り排氣機(後章ニ説明スベシ)ニテ球内ノ空氣ヲ排除シ、カラン「ヲ閉ヂテ天秤ノ一端ニ懸ケテ天秤ヲ平均セシメタル後、カラ「ヲ開キテ空氣ヲ球内ニ入ラシムレバ天秤ハ最早釣合ヲ失フベシ、是レ空氣ノ如キモノト雖モ重量アルコトヲ示スモノナリ。

三 質量(Mass) 物質ノ分量ヲ質量ト云フ而シテ質量ノ極メテ小ナルモノヲ時トシテ質點(Particle)ト稱スルコトアリ。

四 分子及原子(Molecule and atom) 今若シ理論上物質ヲ極

メテ微小ニ至ル迄分ツト假定セバ、其物質ノ固有ノ性質ヲ有スル最小ノ極限ニ達スベシ、之ヲ分子ト名ツク、更ニ此分子ヲ再ビ分テバ多クノ場合ニ於テハ前ノ物質ノ固有ノ性質ヲ有セザル尙一層微小ナル二箇以上ノモノトナル、之ヲ原子ト名ツク例ヘバ水ノ一滴ヲ取り、之ヲ極メテ微小ニ至ル迄分ツトセバ、水ノ數多ノ分子トナル、更ニ尙此水ノ一ノ分子ヲ分テバ、最早水ノ固有ノ性質ヲ有セザル酸素及水素ノ原子トナル、抑分子ノ微小ナルコトハ實ニ驚ク可キモノニシテ、如何ナル顯微鏡ト雖モ一ノ分子ヲ視ルコト能ハズ、今極メテ少量ノ麝香ヲ一室内ニ置ケバ、數年ノ間香氣紛紛トシテ鼻ヲ撲ツベシ、空氣中ニ浮遊セル此麝香ノ細小ナル部分ハ質點ト稱スルコトヲ得ベク頗ル小ナレドモ一分子ニ比スレバ尙頗ル大ナルモノナルベシ、假リニ水ノ一滴ヲ

地球ノ大サノモノト想像セバ、其一分子ノ大サハ橙實ニ比スベキモノナリト云フ、斯ク理論上物質ヲ分チ得ルコトヲ物質ノ可分性 (Divisibility) ト云フ、換言スレバ如何ナル物質モ無數ノ最小ナル分子ヨリ成リ、其分子ハ亦二ツ以上ノ原子ヨリ成ル、恰モ市町村ハ若干ノ人家ノ集合ヨリ成リ、而シテ其人家ハ若干ノ人口ノ集合ヨリ成ルガ如シ、然リ而シテ此分子ハ直接ニ密著セルモノニアラズシテ、其間ニ若干ノ空隙アリテ、恰モ所所ニ無數ノ孔ノ如キモノ存ズルガ如シ、之ヲ物質ノ孔性 (Porosity) ト云フ。

實驗 「コップ」ニ水ヲ盛リ一匕ノ白砂糖ヲ投シ、之ヲ攪動スレバ砂糖ノ消失セシガ如ク見ユレドモ、其一滴ヲ味ヘバ甘クシテ砂糖水ナルヲ知ル。

五

溶解 (Solution) 前ノ實驗ノ示ス知ク砂糖ト水トハ同時ニ

六

同場所ヲ占有セシガ如ク思ハルレドモ決シテ然ラズ、即チ水ニ孔性アレバ砂糖ノ分子ハ水ノ分子間ニ入り込ミタルノミ、此ノ如キ顯象ヲ固體ガ液體ニ溶解セリト云フ。又天然水ヲ「フラスコ」ニ入レ之ヲ熱スレバ氣泡ノ如キ物出ツ、是レ空氣ナル氣體ガ水ナル液體ニ溶解シテ存セシニ依ルナリ。

物理的變化及化學的變化 (Physical and chemical change)

氷ヲ熱スレバ水トナリ、水ヲ冷セバ氷トナル、此ノ如ク物質ノ成分ニ變化ナキモノヲ物理的變化ト云フ。鐵片ヲ濕リタル空氣中ニ長キ時間放置スルトキハ、鐵片ノ外面ハ鏽ヲ以テ覆ハル、此鏽ハ鐵ト全ク異リタル成分ノ物質ナレバ全ク其性質ヲ異ニス、此ノ如ク物質ノ成分ニ變化ヲ生ズルモノヲ化學的變化ト云フ。抑、宇宙間ノ物質界ニ於ケル顯象ハ千差萬別ニシテ究リナク、種種アレドモ、之ヲ詳細ニ研究セ

バ畢竟此二種ノ變化ニ外ナラザルナリ。而シテ物理的變化ヲ攻究スルハ主トシテ物理學ノ範圍ニシテ、化學的變化ヲ攻究スルハ主トシテ化學ノ範圍ナリトス。

實驗 煉瓦ノ上ニ白砂糖ト「クロール酸」ポツタシウムトヲ混合シタルモノヲ置キ、其上ニ一滴ノ濃硫酸ヲ落セバ忽チ紫色ノ焰ヲ擧ゲテ爆發ス。是レ如何ナル變化ナルカ。

(第五章ニ於ケル溶解ノ例ハ如何ナル變化ナルカ)

七

物質ノ三態(The three states of matter) 家屋、机、石塊等ノ

如キ一定ノ形狀ヲ有スルモノヲ**固體**(Solid)ト云ヒ、「アルコール」水等ノ如キ一定ノ形狀ナクシテ之ヲ容ルル器ニ從テ其形狀ヲ異ニスレドモ其容積ハ如何ナル器ニ入ルルモ異ナルコトナキモノヲ**液體**(Liquid)ト云ヒ、空氣等ノ如ク一定ノ形狀及一定ノ容積ヲモ有セザルモノヲ**氣體**(Gas)ト云フ。換

言スレバ、固體ハ分子間ノ距離最モ近ク、液體ハ分子間ノ距離稍遠ク、氣體ハ分子間ノ距離更ニ大ナルモノナリ。又飴ノ如ク固體ト液體トノ中間ニ位スルモノハ時ニ之ヲ粘體ト稱スルコトアレドモ、通常固體、液體及氣體ヲ物質ノ三態ト云フ。又液體ト氣體ト其性質頗ル相似タル點アレバ之ヲ合稱シテ**流體**(Fluid)ト云フ。

第二編 力(Force)ニ就キテ

八

運動(Motion) 物體ノ位置ニ變化ヲ生ズルトキハ其物體ハ運動スト云フ。

九

速度(velocity) 物體ノ運動セル跡ヲ追跡スレバ直線若クハ曲線ノ路程ヲ得ベシ、而シテ一單位ノ時間ニ物體ノ運動セル路程ノ長ヲ速度ト稱ス、例ヘバ五時間ニ十五里ノ道

ヲ走ル人力車アリトセバ、其速度ハ毎時三里、即チ每分一町四十八間ナリ、蓋シ此人力車ハ坂ヲ上ル時ハ遅ク、坂ヲ下ル時ハ早キガ故ニ、實際ノ速度ハ一定セズシテ、毎時三里ヨリ或ハ遅キコトアリ、或ハ早キコトアリ、因テ斯ル場合ニ於テ速度毎時三里ト云フハ平均ノ速度ヲ示スモノナリ。今、時間ニsナル距離ヲ運動セル物體アレバ、其平均ノ速度vハ次ノ如シ。

$$v = \frac{s}{t}$$

10

加速度 (Acceleration) 一單位ノ時間ニ生ズル速度ノ變化

ヲ加速度ト云フ、例ヘバ、或時間ニ毎時五里ノ速度ニテ運動セシ物體ガ一時間ヲ經テ、毎時七里ノ速度ヲ得バ、其加速度ハ毎時二里ナリ、故ニvナル速度ニテ運動セシ物體ガt時間ヲ經テv'トナレバ、其加速度aハ次ノ如シ。

$$a = \frac{v' - v}{t}$$

尙左ニ一例ヲ舉ゲテ説明センニ、

時間 t	速度 v	加速度 a
0	0	3
1	3	2
2	5	-1
3	4	2
4	6	2
5	8	0
6	8	、
、	、	、
、	、	、

零時ノ時速度零ナルモノガ一時間ヲ經テ、毎時三里ノ速度ヲ得バ、其時間ノ加速度ハ毎時三里ナリ、第二時ノ終ニ、毎時五里ノ速度ヲ得バ、其加速度ハ毎時二里ナリ、又第三時ノ終ニ、毎時四里ノ速度ニ減ゼバ、是レ加速度ニアラズシテ、實際減速度毎時一里ナリ、然レドモ代數學上ノ符號ヲ用フレバ、加速度ハ毎時負一里ナリト云フコトヲ得ベシ、第四時及第五時ノ間ノ加速度ハ常ニ毎時二里ニシテ、不易ナリ、而シテ第五時ヨリ第六時ニ至ル迄ノ速度ハ常ニ不易ニシテ、其加

速度ハ零ナリ。

力 (Force) 物體ノ運動ノ方向ヲ變シ或ハ其速度ノ變化ヲ生ゼシムルモノハ凡テ力ナリ例ヘバ動物ノ筋力、水力、風力、蒸汽力及其他各種ノ力ヲ云フ。

摩擦 (Friction) 如何ナル平滑ノ面ト雖モ仔細ニ吟味セバ幾分ノ凹凸アリ、故ニ二ツノ面ヲ接セシメテ其一ヲ動かストキハ必ず多少ノ抵抗アルベシ、是レヲ摩擦ト名ツク、此ノ如ク摩擦ハ各種ノ運動ヲ妨グルモノナレバ之ヲ減少センガ爲メニ器械ニハ常ニ斷ヘズ適當ノ油ヲ注入セザル可ラズ、然レドモ摩擦モ全ク効用ナキニアラズ、例ヘバ若シ摩擦全クナケレバ吾人ハ一步モ地上ヲ歩行スルコト能ハズ、又汽關車ト鐵軌トノ間ニ摩擦頗ル少ケレバ汽關車運轉セズ、故ニ雨天ニ列車ヲ運轉セシムルトキ汽關車ヨリ鐵軌上ニ

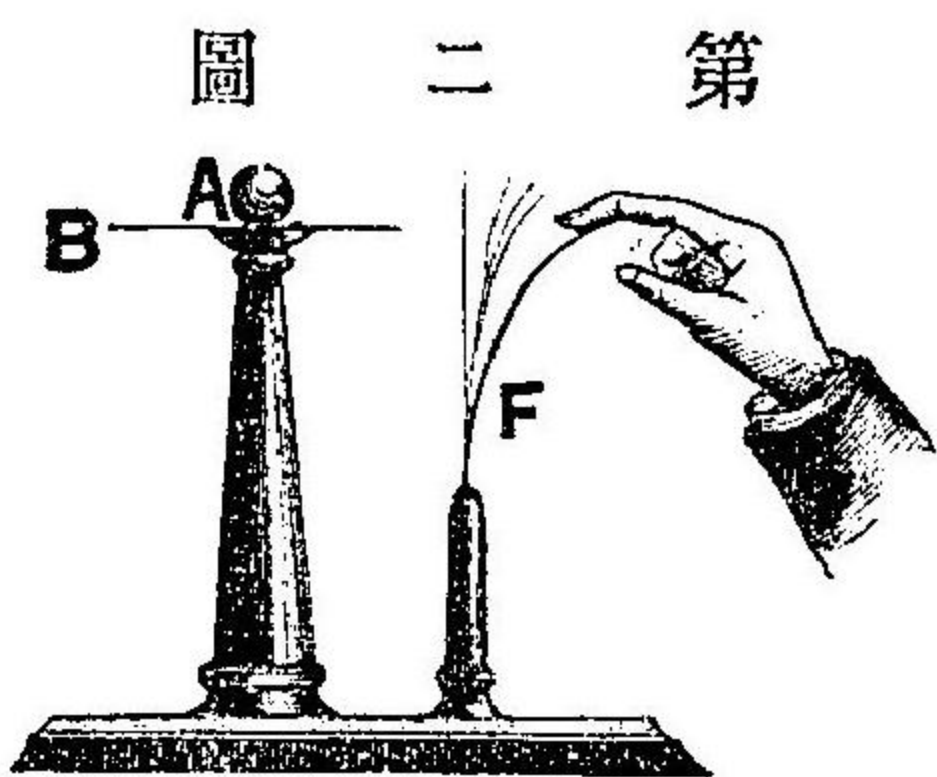
一三

細小ナル砂ヲ撒キツツ進行スルコトアリ、(其理如何) 又織物ハ其織緯間ノ摩擦ニヨリテ其形態ヲ維持スルモノナリ。
運動ニ關スル三ツノ定則アリ、之ヲ「ニユートン」氏ノ運動ノ定則ト稱ス。

一四

運動ノ第一定則 (The first law of motion) 机ノ上ニ一物體アリトセンニ、此物體ニ外部ヨリ力ヲ作用セシメザレバ其物體ハ永久其所ニ靜止スベシ。

實驗 第二圖ノ如ク輕小ノ板Bノ上ニ一ノ象牙ノ球Aヲ置キ、彈條Fヲ指ニテ引キ張リ急ニ之ヲ放テバ板ハ飛ビ去ルモ球ハ臺ノ上ニ落ツベシ、是レ球ハ成ル可ク靜止セント欲スル傾向アルガ故ニ板ノ運動ハ急ニ球ニ傳ハラザルニ因ル。



第二編 力ニ就キテ

二三
(八ガ馬上ニアルトキ馬急ニ走レバ其人後方ニ倒ルハ何故ナルカ)

毛氈ノ上ニ球ヲ投ゼバ球ハ須臾ニシテ其運動ヲ止ム、平滑ナル机ノ上ニ之ヲ投ゼバ稍遠方ニ運動スベシ、更ニ氷ノ上ニ之ヲ投ゼバ頗ル遠方迄運動スベシ。抑此運動ヲ止メシモノハ何モノナルカ、是レ球ト投ゼラレシ面トノ間ノ摩擦ト空氣ノ抵抗トアリテ球ノ運動ヲ妨ゲシニ因ル、若シ外部ヨリ毫モ妨害スル力作用セザレバ、物體ハ常ニ一直線ニ相等シキ速度ニテ永久運動スルモノナリ。

(疾走スル馬急ニ止レバ馬上ノ人前方ニ倒ルハ何故ナルカ)。運動ノ第一定則ハ左ノ如シ。

靜止ノ位置ニアル諸物體ハ、外力ノ作用スルニアラザレバ、決シテ其位置ヲ變ゼズ、又一旦運動ヲ始メシ物體ハ、常ニ相

等シキ速度ヲ以テ一直線ニ進行ス。

此定則ニヨレバ凡テ靜止ノ位置ニアル物體ハ常ニ其状態ヲ繼續セント欲ス、又始メヨリ運動セル物體ハ其運動ヲ繼續セント欲スルモノナリ、之ヲ物體ノ習慣性一名惰性 (Inertia) ト云フ。故ニ運動ノ第一定則ヲ一名惰性ノ定則ト云フ。

一五

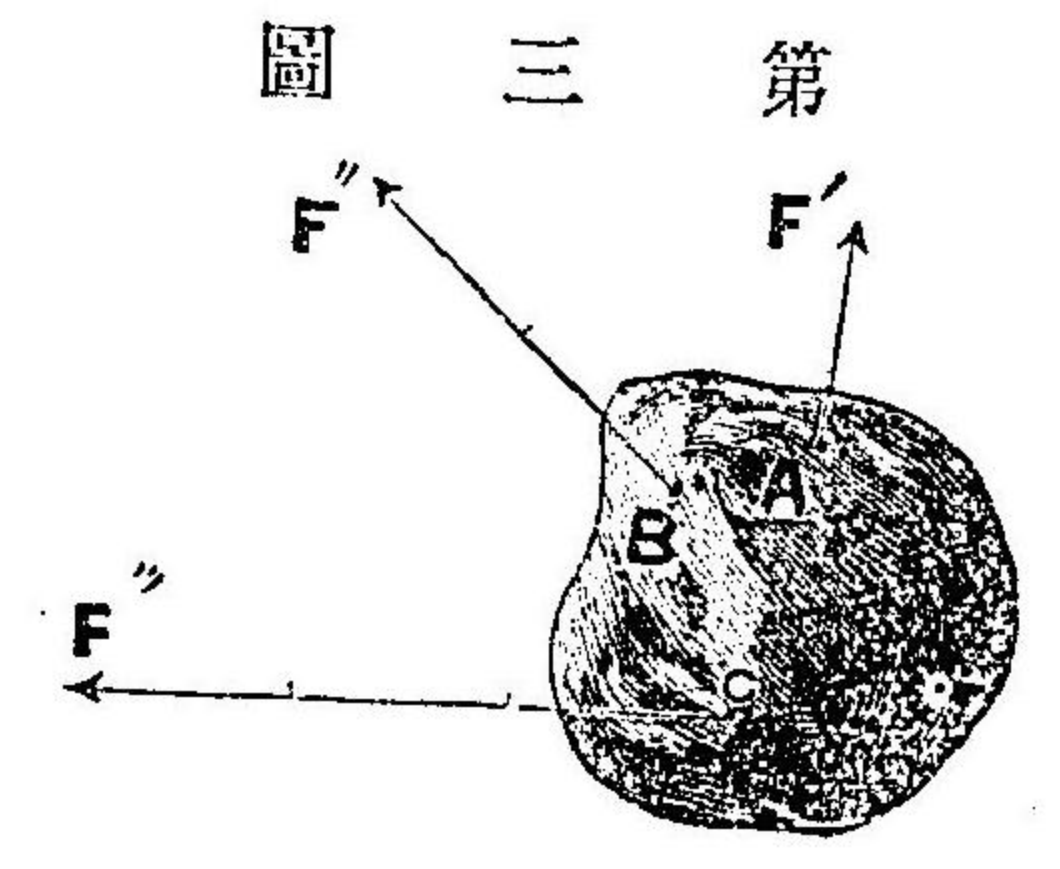
運動ノ第二定則 (The second law of motion) 汽車或ハ汽

船等ノ進行スルトキ、其中ニ直立セル人若シ上方ヨリ球ヲ落下スレバ其球ハ某時間ノ後其人ノ足下ニ落ツベシ。然ルニ汽車或ハ汽船等ノ靜止スルトキ、是レト同一ノ實驗ヲナセバ前ト同時間ニテ同所ニ落ツベシ、又若シ高塔ノ上ヨリ球ヲ水平ニ投ズルトキ其地上ニ達スル時間ハ、同所ヨリ垂直ニ之ヲ落下シタルトキ其地上ニ達スル時間ト正ニ相等シ、故ニ運動ノ第二定則ハ左ノ如シ。

物體ノ運動スルト。静止スルト。ニ關ラズ。又之ニ作用スル力ハ。單獨ニ働クト。數多ノ他ノ力ト同時ニ働クト。ニ關ラズ。必ズ。同一ノ結果ヲ生ズ。可キモノナリ。

一六

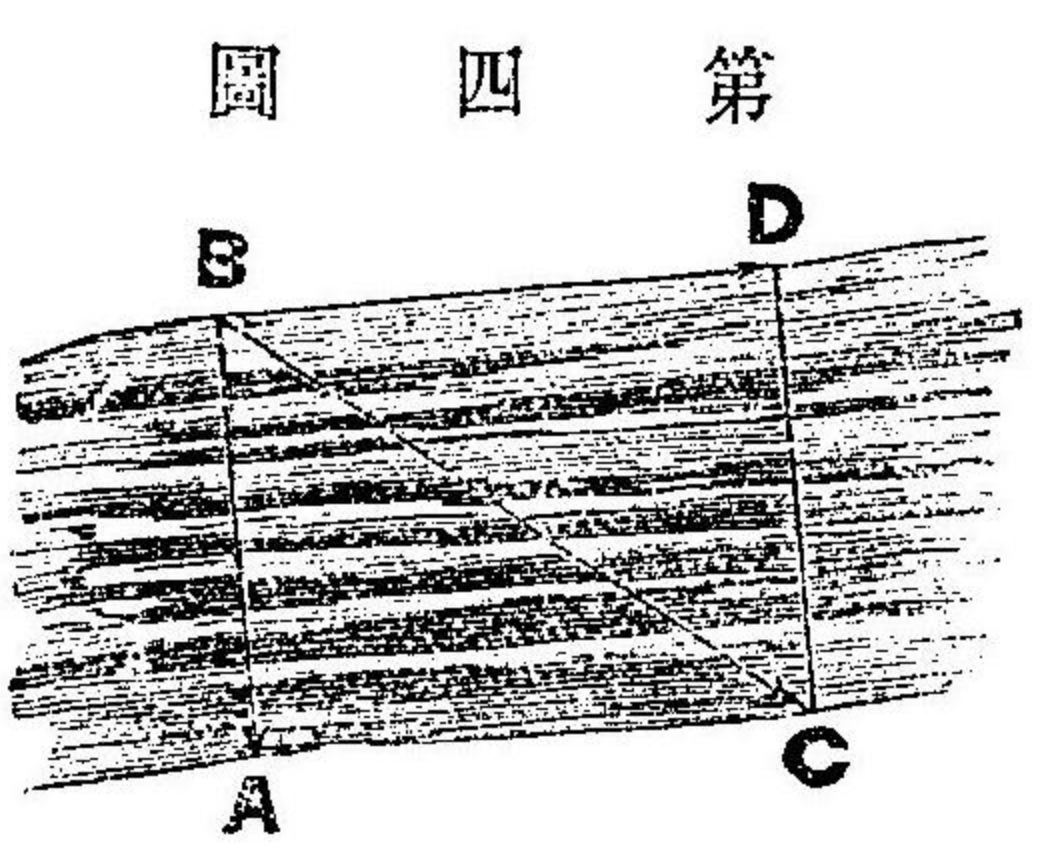
力ヲ直線ニテ示スコト (Representing a force by a straight line)



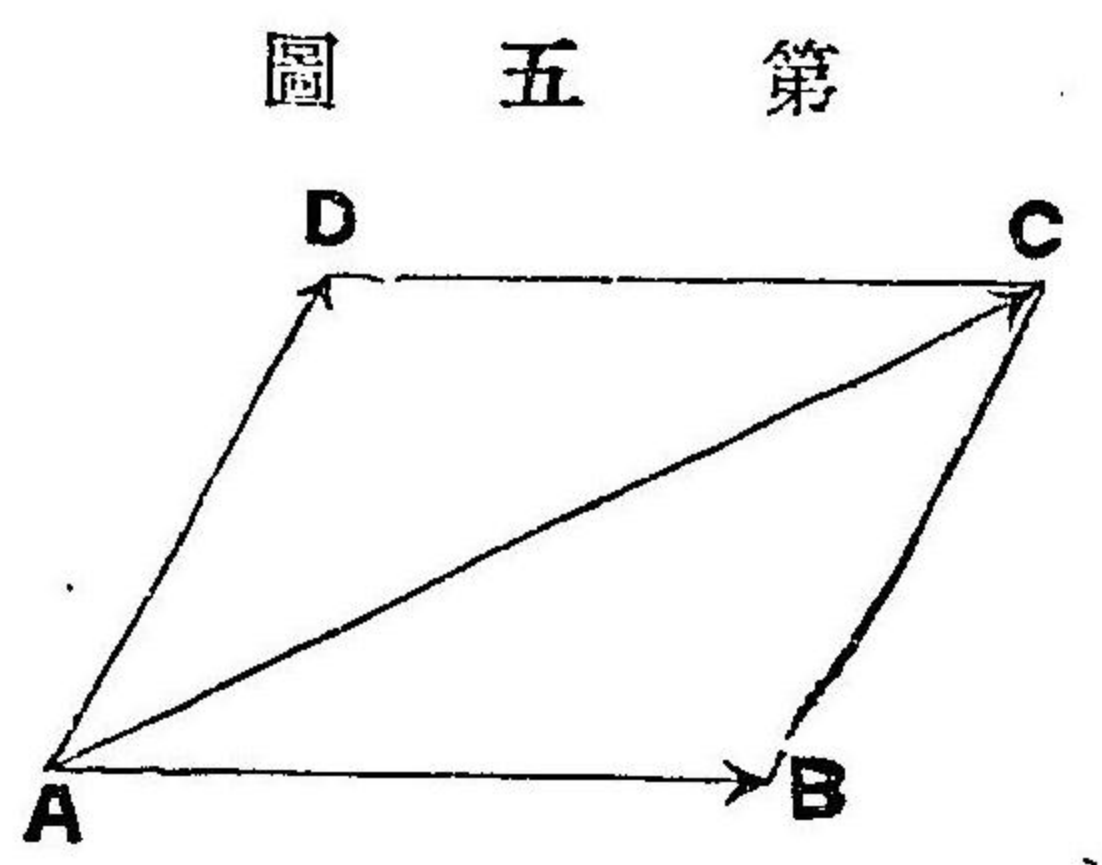
一貫目ノ力ヲ直線一寸ノ長サニテ示サバ二貫目ノ力ハ二寸ニテ示シ三貫目ノ力ハ三寸ニテ示スコトヲ得テ、其直線ノ方向及直線ノ一端ニアル矢ノ方向ハ力ノ方向ヲ示シ、而シテ力ガ實際物體ニ働ク點ヨリ是等ノ直線ヲ引クトキハ全ク諸ノ力ヲ直線ニテ示スコトヲ得ベシ。例ヘバ第三圖ニ於テ物體ノA、B、Cナル三點ハソレゾレF'、F''、F'''ナル三力ガ加リタルコトヲ示スモノナリ。

一七

力ノ平行四邊形 (Parallelogram of forces) 第四圖ニ示ス



如ク、急流ノ川ヲ渡船ニテ横ギラント欲セバAヨリ直ニBニマデ船ヲ漕ギテ行クコトヲ得ズ、必ズ其川ノ上流ノ或場所Cヨリ流水ニ直角ノ方向ニ船ヲ漕ガザル可カラズ、然ルトキハ流水ノ力ト船夫ノ力ト同時ニ船ニ働キ、船ハ或時間ノ後Aノ對岸Bニ達スルコトヲ得ベシ。

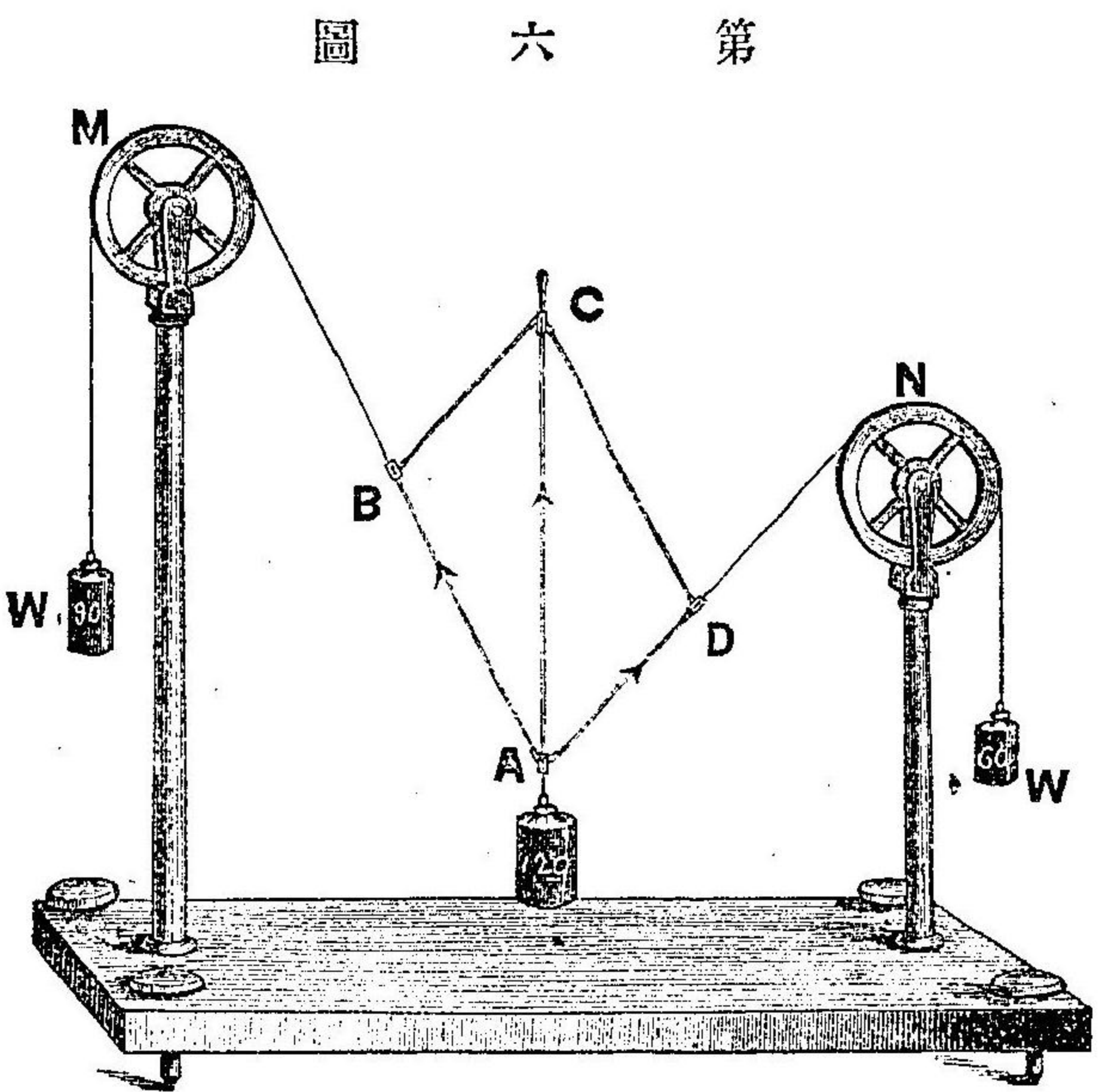


第五圖ニ示ス如ク、物體ノA點ニAB及ADナル二力働クトキ、若シAB或ハADガ單獨ニ之ニ働ケバ其物體ハ各其方向ニ運動スレドモ、此二力同時ニ之ニ働クトキハ其物體ハABCDナル平行四邊形ノ對角線ナルACノ

方向ニ運動スベシ。換言スレバAB及ADノ二力が共ニ同時ニ働ク換リニACノ長サ及方向ガ示ス力が單獨ニA點ニ働クト全ク同一ナリ。此ABCDヲ力ノ平行四邊形ト云ヒ、ACヲAB

及ADノ合成力 (Resultant force) ト云フ。

實驗 第六圖ニ示ス如ク、M及Nナル滑車ヲ經テ細キ糸ヲ以テソレゾレ九十度及六十度ノ重量通常天秤ノ分銅ヲ用ユテ懸ケA點ニ百二十度ノ重量ヲ懸クレバ互ニ平均シテ静止スベシ、

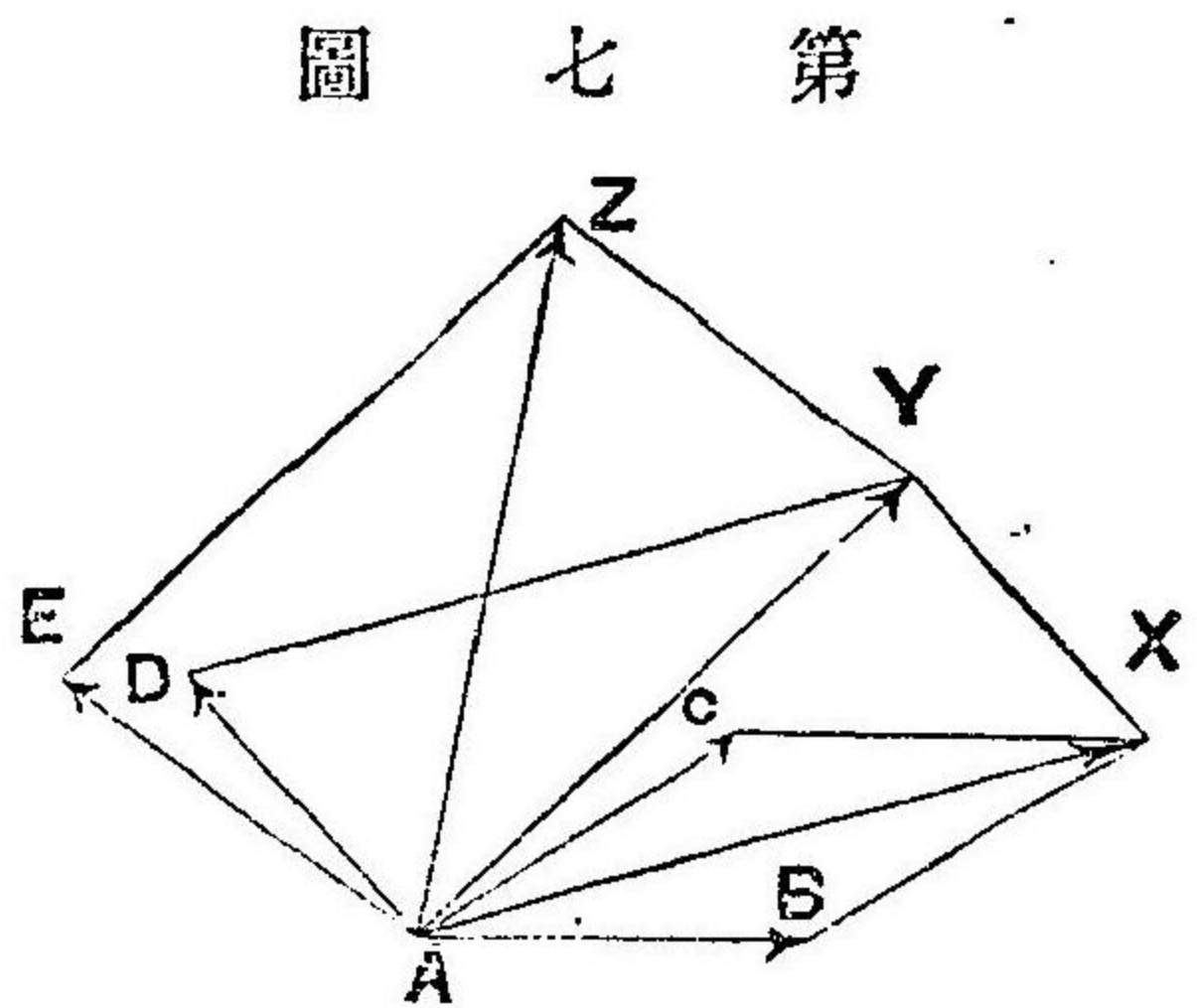


第六圖

今AD及ABナル長サヲ以テソレゾレ六十度及九十度ナル重量ヲ示シテADCBナル平行四邊形ヲ作ラバ、對角線ノACナル長サハ正ニ百二十度ナル重量ヲ示スベシ。尙重量ヲ種種變シテ平均スル位置ヲ見出スベシ。
(二物體ノ一點ニ互ニ直角ヲナシテ同時ニ二十度及三十度ノ力働クトキ其合成力如何)

力ノ合成 (Composition of forces) 第七

圖ニ示ス如ク、物體ノ一點Aニ一平面上ニ於テAB、AC、AD、AEナル四力働クトキ、是等ノ力ノ合成力ヲ求メント欲セバ、任意ノ二力例ヘバAB及ACヲ前ニ述ベシ如ク合成シテAXヲ得、次ニAX及ADヲ合成シテAYヲ得、次ニAY及AEヲ合成シ

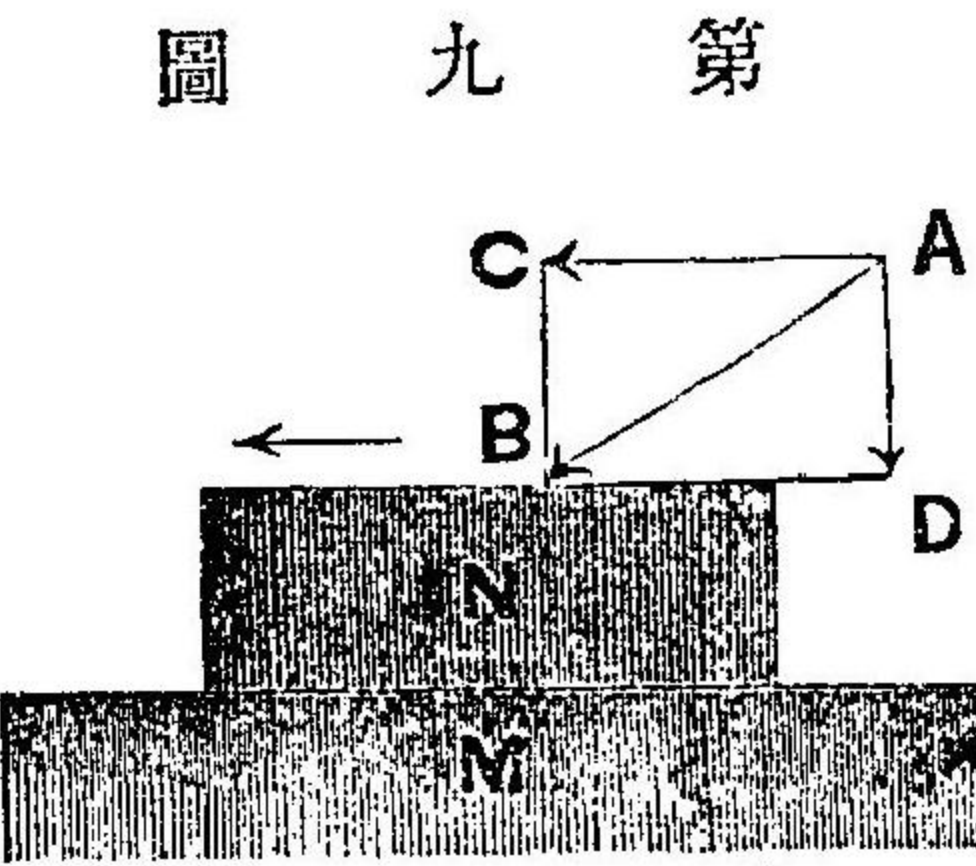
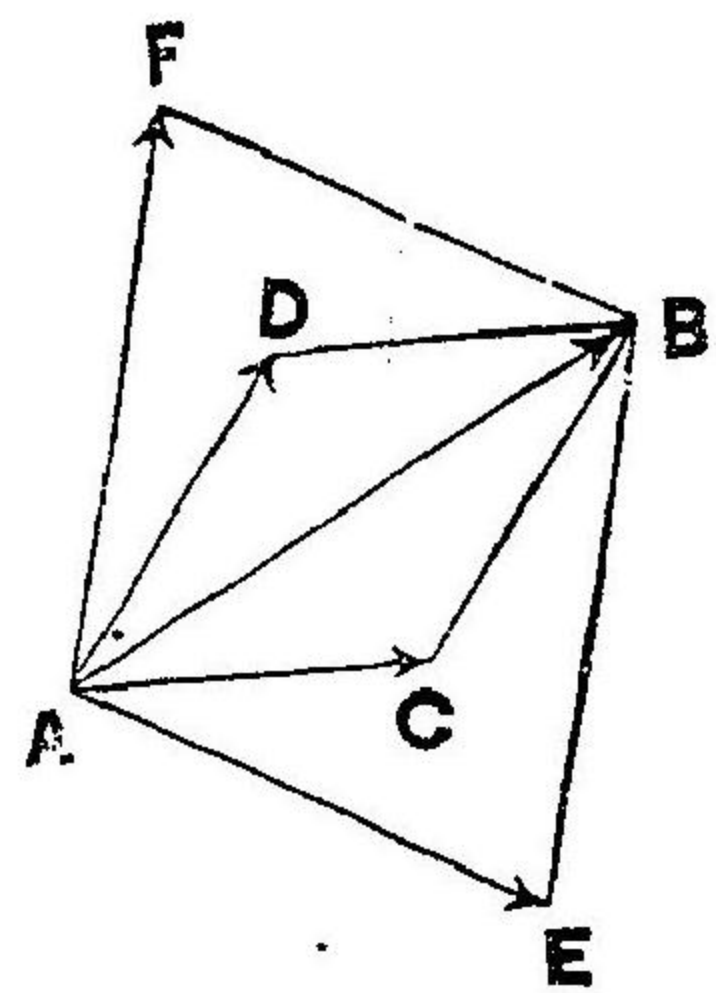


第七圖

第二編 カニ就キテ

テAZヲ得レバ可ナリ、然ルトキAZノ長サ及方向ハ與ヘラレ
タル四力ノ合成力ノ大サ及方向ヲ示スモノナリ。

第八圖



力ノ分解(Decomposition of a force)力ノ
分解ハ力ノ合成ノ逆ナレドモ其方法ハ
幾通りモアルモノナリ、第八圖ニ示ス如
ク、與ヘラレタル力ABヲAC及AD或ハAE及
AFニ分解スルコトヲ得ベケレバナリ、之
ヲ要スルニ、ABヲ對角線トナス平行四邊
形ヲ作レバ可ナリ、故ニ實際ノ場合ニ適
應スル如キ力ノ分解ヲナサザル可ラズ。
例ヘバ第九圖ニ示ス如ク、Mナル机ノ上
ニアルNナル物體ニABナル力働クトキ
之ヲ分解センニハ、ABヲ一ノ對角線トナ

ス矩形ADBCヲ作レバ可ナリ、而シテAD即チCBナル力ハ物
體ヲ垂直ニ机ニ向ツテ壓スカトナリ、AC即チDBハ物體ヲ矢
ノ方向ニ動かスカトナルナリ。

力ノ單位(Units of a force) 1「グラム」ハ凡ソ蒸溜水一立方

「センチメートル」ノ質量ニ等シクシテ、質量ノ單位トシテ用
キラルレドモ、時トシテハ之ヲ力ノ單位トシテ用キルコト
アリ、即チ一「グラム」ノ質量ヲ我地球上ニ於テ地球ガ引ク力
ヲ力ノ單位トシテ之ヲ一「グラム」ノ力ト稱スルコトアリ、同
様ニ一「パウンド」ノ力ハ質量一「パウンド」ヲ地球ガ引ク力
ナリ、然ルニ後章ニ論ズル如ク地球ガ同シ物體ヲ引ク力ハ
場所ニヨリ異なる故ニ、力ノ單位トシテ「グラム」、「パウン
ド」ノ如キモノヲ用ユルハ學術上大ニ不可ナレドモ、一定ノ
場所ニ限リテ之ヲ用ユルトモ實際不可ナルコトナシ、之ヲ

力ノ重力單位ト稱ス。靜止ノ位置ニアル「グラム」ノ質量ニ
 或力ガ一秒間働キテ一秒ノ終ニ於テ毎秒「センチメートル」ノ速度ヲ得タリトスレバ、其力ヲ物理學ニテハ「ダイン」ト稱ス、是レ地球ノ引力ニ毫モ關係ナケレバ、斯ノ如キモノヲ絕對單位ト稱ス。此單位ハ如何ナル場所ニ於テモ常ニ變ゼザルモノナリ。

二

力ノ測定 (Measure of a force) 今靜止ノ位置ニアル「グラム」ノ質量ニ「ダイン」ノ力ガ一秒間働ケバ實驗上一秒ノ終ニ毎秒「センチメートル」ノ速度ヲ得、即チ加速度毎秒「センチメートル」ヲ得。又靜止ノ位置ニアル「グラム」ノ質量ニ「ダイン」ノ力ガ一秒間働ケバ一秒ノ終ニ毎秒二分ノ「センチメートル」ノ速度ヲ得、即チ加速度毎秒二分ノ「センチメートル」ヲ得。又一「グラム」ノ質量ガ毎秒「センチメートル」

ノ速度ニテ豫シメ運動セルトキ、其速度ト同ジキ方向ニ一秒間「ダイン」ノ力ガ働ケバ、運動ノ第二定則ニヨリ毎秒「センチメートル」ノ速度ヲ得、即チ毎秒「センチメートル」ノ加速度ヲ得。故ニ今 m ヲ以テ質量ノ「グラム」ノ數ヲ示シ、 a ヲ以テ秒ト「センチメートル」ヲ單位トシタル加速度ヲ示シ、 f ヲ以テ力ノ「ダイン」ノ數ヲ示サバ、 $f = ma$ (1)
 適當ニ單位ヲ撰ベバ、其他ノ單位ニテモ常ニ力ハ質量ト加速度トノ積ニ等シ。

加速度ノ定義ニヨリ $a = \frac{v' - v}{t}$ (2)

(1) = (2) ヲ置換ユレバ $f = ma = \frac{mv' - mv}{t}$ (3)

又 $f \times t = mv' - mv$ (4) 但シ v ハナルカノ加ハラザル前ニ m ナル質量ノ有セシ速度ニシテ v' ハ t 時間 f ガ加ラテ m ガ得シ速度ナリ

物理學ニ於テ質量ト加速度トノ積ヲ運動量(Momentum)ト名
 ヅク運動ノ分量ト云フ意味ナリ。而シテ $(mv' - mv)$ ハ運動量
 ノ變化ニシテ $\frac{mv' - mv}{t}$ ハ單位ノ時間ニ生ズル運動量ノ變
 化ナリ、故ニ(3)ナル式ニヨレバ運動量ノ變化ノ割合ハ物質
 ニ働ク力 f ニ等シ、因テ運動ノ第二定則ヲ左ノ如ク別ニ言
 ヒ顯スコトヲ得ベシ。

運動量ノ變化ハ作用力ノ方向ニ起リ、且其力ニ正比例ス。
 力ノ二種(Two kinds of forces)大サ一定セル力ガ一定ノ質
 量ニ斷ヘズ働ケハ、運動ノ第二定則ニヨリ、其質量ノ得ル加
 速度ハ一定ニシテ變ゼズ、之ヲ不變力(Constant force)ト云ヒ、而
 シテ大サ一定セザル力ガ此質量ニ斷ヘズ働ケバ、其力ノ大
 ナルカ或ハ小ナルカニ從フテ此質量ノ得ル加速度ハ増加
 シ或ハ減少スルモノナリ、之ヲ變力(Variable force)ト云フ。例ヘ

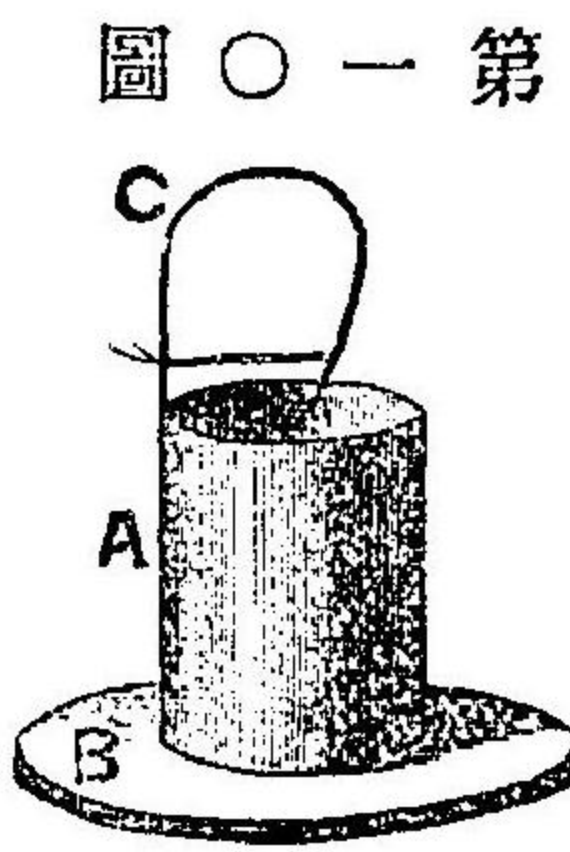
ハ一物體ニ地球ガ引力ヲ及ボストキハ其引力ハ不變力ナ
 レドモ一物體ヲ急ニ打撃スルトキハ其物體ガ運動シテ運
 動量ヲ得タリトセバ、此場合ニ於テ力ノ働ク時間ハ頗ル短
 クシテ其力ハ甚々大ナルガ故ニ、時間ト力トノ積ハ直接ニ
 見出シ難キ量ナレドモ、前章ノD式ニヨリ其積ハ其物體ノ
 得タル運動量ニ等シ。斯ノ如キ力ヲ衝力(Impulsive force)ト稱
 ス。而シテ衝力ハ唯變力ノ特別ナル場合ニ過ギズ。

運動ノ第三定則(The third law of motion) 机ヲ手ニテ壓
 セバ、机ハ壓サレタルカト正ニ相等シキ力ヲ以テ其手ヲ壓
 シ返ス、又地球ハ月ヲ引ク月ハ地球ヲ引ク其力ハ正ニ相等
 シ(斯ノ如キ場合ニ於テハ力ヲ示ス直線ノ矢ノ方向ハ相對
 ス)又大砲ニ彈丸ヲ込メテ火藥ヲ爆發セシメバ、彈丸ハ急ニ
 前方ニ飛ビ去ルト共ニ大砲ハ後方ニ芻ネ返ル、(此場合ニハ

力ヲ示ス直線ノ矢ノ方向ハ相反ス而シテ彈丸ト大砲トノ力ハ正ニ相等シ其力ノ等シキヲ知ルニハ其ノ運動量相等シキヲ知レバ可ナリ前者ヲ原動トスレバ後者ハ反動ナリ故ニ運動ノ第三定則ハ左ノ如シ。

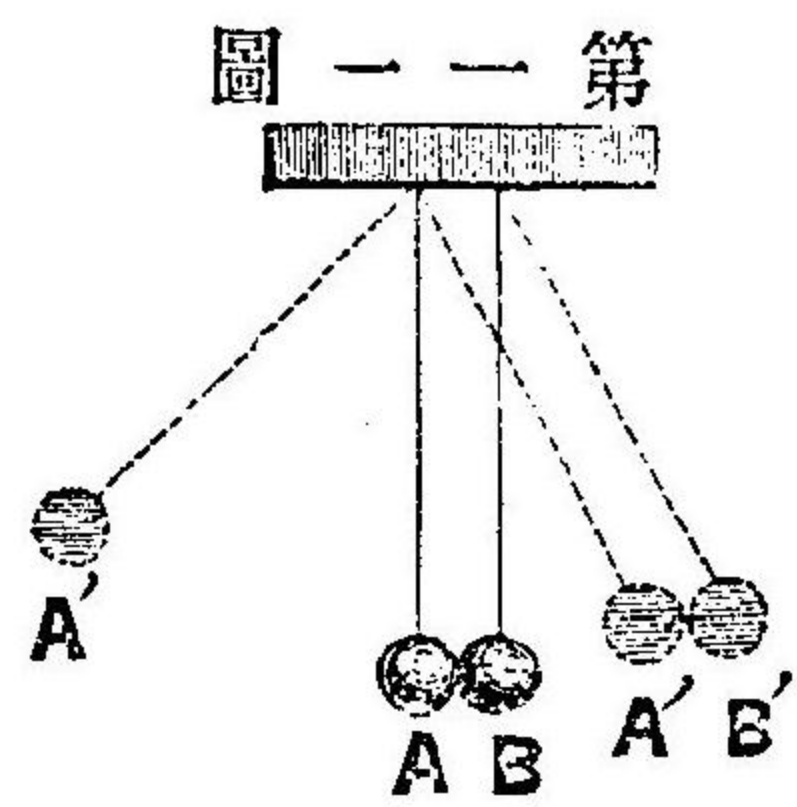
原動ト反動トハ正ニ相等シクシテ且其方向相反ス。

實驗 第十圖ハBナル輕キ板ノ上ニAナル輕キ器ヲ載セCナル彈條ヲ屈曲セシメ細キ糸ニテ之ヲ緊著シタル者ナリ今此全體ヲ靜水ノ表面ニ浮ベ徐ニマツテニテ糸ヲ燒キ切レバ彈條ハAナル器ノ側ヲ打撃スレドモ此器ハ少シモ運動スルコトナシ是原動ト反動ト相等シキニ由ル

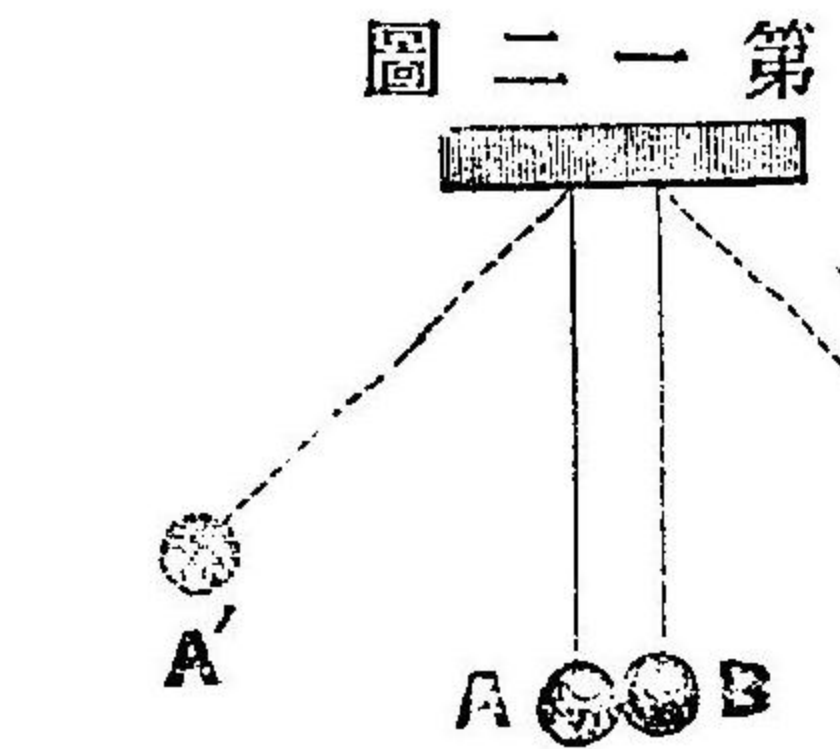


下駄ノ齒ニ雪塊ノ挿マリタルトキ下駄ヲ打テバ雪塊落ツ其理如何)

二四 衝突 (Impact)

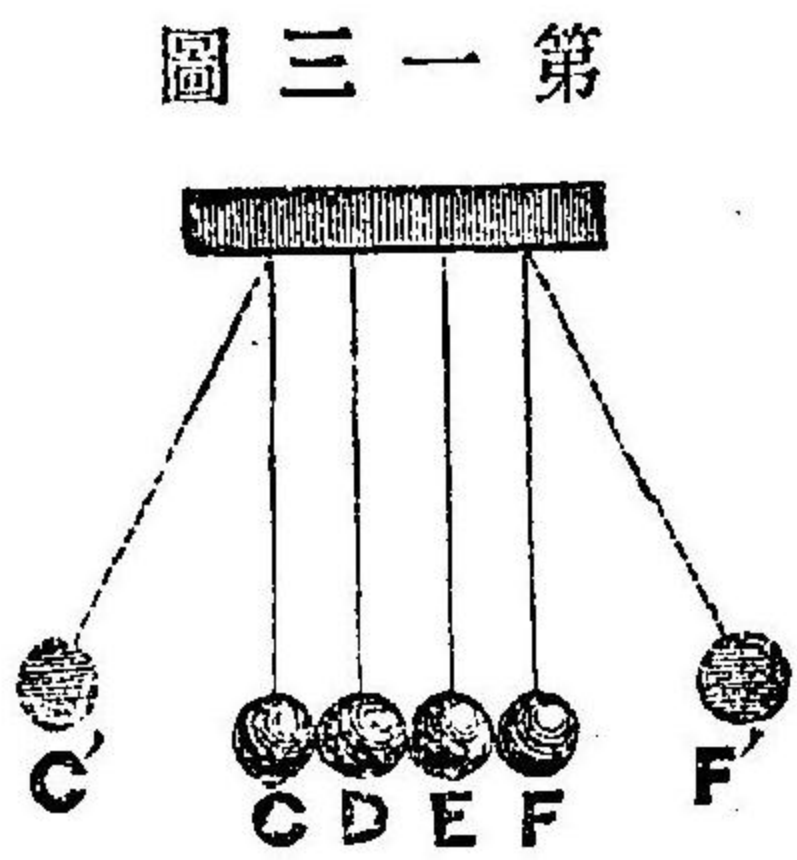


第一一圖ノ如クA及Bナル二箇ノ粘土ノ球ヲ細キ糸ニテ釣り今AヲA'迄上ダ靜ニ手ヲ去レバAハBニ衝突スル後A及Bハ共ニA'B'ノ位置即チ先キニAヲ上ダシ高サノ半分マデ上ル然ルニ第一二圖ノ如クA及Bナル二箇ノ象牙ノ球ヲ第一一圖ノ如ク糸ニテ釣りAヲA'迄上ダ靜ニ手ヲ去レバAハBニ衝突セシ後其所ニ止レドモBハB'迄即チ先ニAヲ上ダシ高サト同シ高サ迄上ルナリ



(此時A及Bノ運動量ノ變化ヲ吟味セヨ) 第一三圖ノ如ク四箇ノ象牙ノ球ヲ釣り左端ニアル球CヲC'迄上ダ靜ニ手ヲ去レバ中間ニアルD及Eハ殆ト動クコトナクシ

第二編 カニ就キテ



第一三圖

テ右端ニアル球Fノミ先キニCヲ上ダシト同シ高サ迄上ル。斯ノ如ク衝突ノ際ニ己ノ有スル運動量ヲ悉ク他ノ物體ニ附與スル物體ヲ完全ノ彈性體ト云フ。

二五

反射動ノ定則 (Law of reflected motion) 今MNナル彈性體

ニABノ方向ニ彈性體ノ一ノ球ヲ投ゼバ、B點ニ衝突シタル

後直ニBCノ方向ニ勿ネ返ルベシ、而シテEB

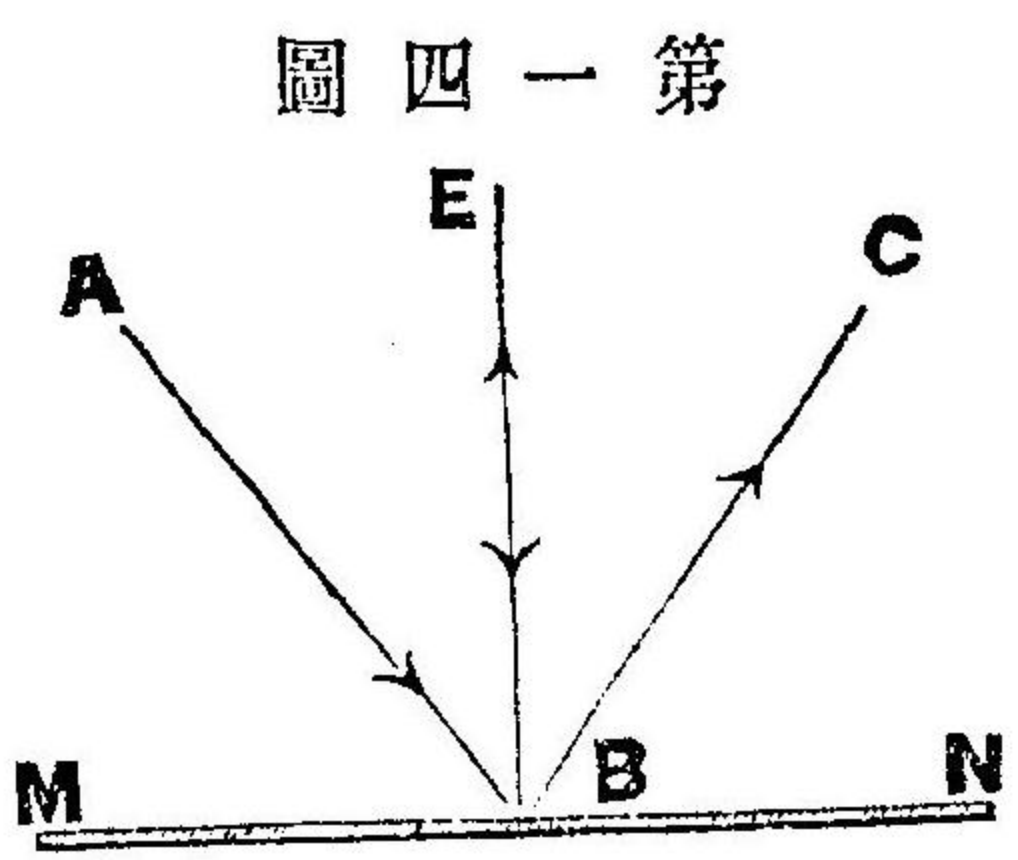
ナル垂直ノ方向ニ之ヲ投ゼバBEナル元ノ

方向ニ勿ネ返ルモノナリ、ABEヲ投射角ト云

ヒEBCヲ反射角ト云フ。

反射角ト投射角トハ常ニ相等シクシテ且

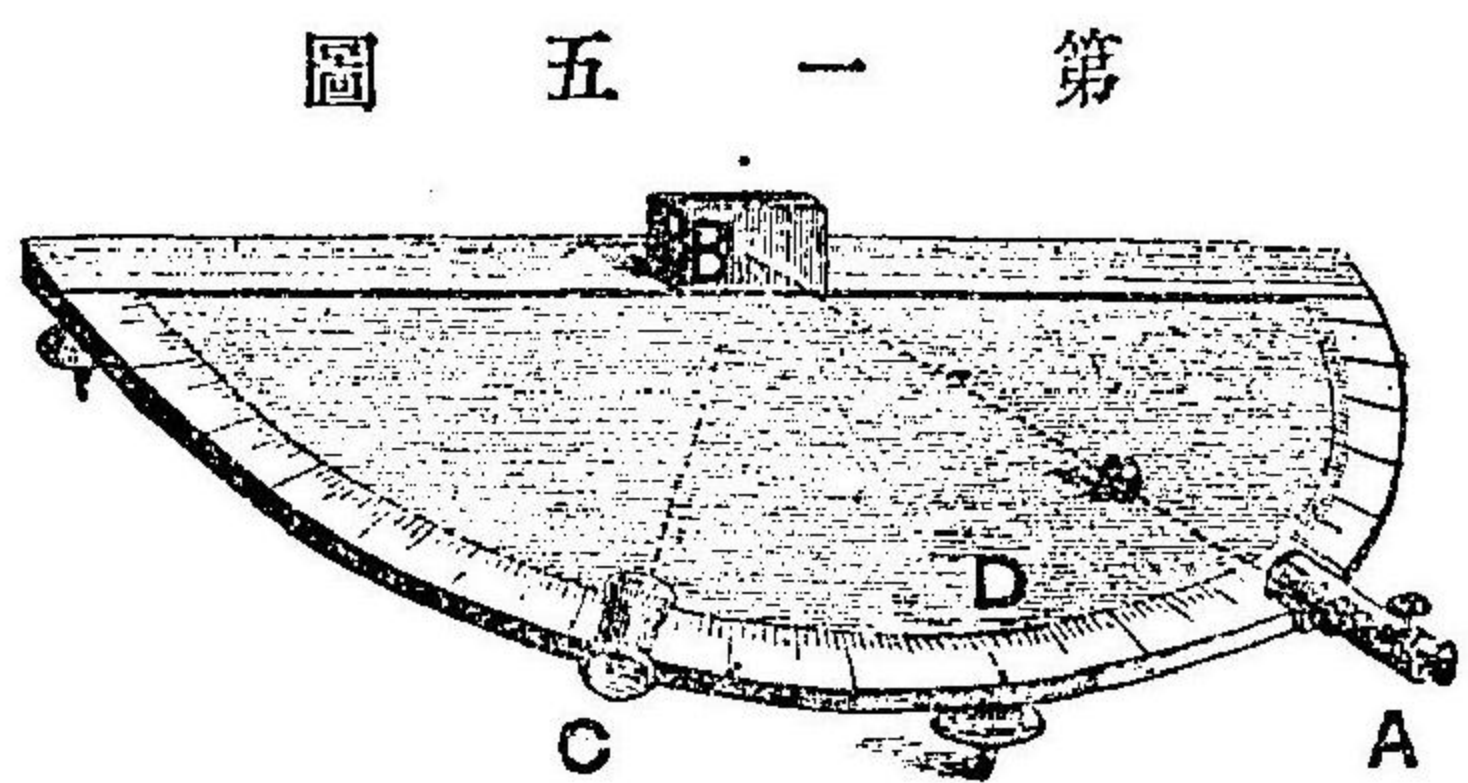
同一ノ平面ニアリ。



第一四圖

實驗 第一五圖ハ周圍ニ角ノ度数ヲ刻セル半圓狀ノ平滑

二六



第一五圖

ナル板ニシテ、而シテ其圓心ニ於テ直立シタル小ナル大理石ノ板ヲ有スルモノナリ、今Aニアル空洞ノ圓筒ヨリ豫シメ其内ニ入レ置キタル象牙ノ球ヲ彈條ニテ投射スレバ、其球ハ大理石ノ板ニB點ニ於テ衝突スルヤ否ヤ直ニ反射シテCニアル空洞ノ圓筒内ニ入り込ムベシ、然ルトキ角ABDハ角CBDニ等シ。

引力ノ定則 (Law of attraction) ニツノ物質アレバ必ず

相互ニ引クモノナリ、例ヘバ天體ト天體ト、或ハ分子ト分子

ト、或ハ原子ト原子トハ相互ニ引クモノナリ。然ルニニツノ

物質ガ相互ニ密接セザルハ他ニ力アリテ之ヲ妨グレバナ

リ。是レ亦物質ノ著シキ特性ノ一トス。引力ノ定則ハ星學上

ヨリ證明セラレタルモノニシテ左ノ如シ。
 二。物質間ノ引力ハ、其物質ノ質量ニ正比例シ、其距離ノ
 二乗ニ反比例ス。

今 m 及 m' チ以テニツノ物質ノ質量トシ、其距離ヲ d トシ、其
 引力ヲ f トスレバ、 $f \propto \frac{mm'}{d^2}$ ∴ $f = k \frac{mm'}{d^2}$ トナシ、 k シテ
 母ロアムレハ或定數ナルトモ m, m', d, f ノ諸單位ノ無ビ方ニ
 ヲモテ其値大ニ異ルモノナリ

二七

凝集力及粘著力 (Cohesion and adhesion) 同種類ノ物體

ノ分子間ノ引力ヲ特ニ凝集力ト名ヅク、固體ノ其形狀ヲ維
 持スルハ其凝集力ノ作用ニ由ル、液體ノ凝集力ハ固體ヨリ
 少ク、而シテ氣體ノ凝集力ハ更ニ液體ヨリ少キモノナリ、而
 シテ相異ナル分子ノ間ノ引力ヲ特ニ粘著力ト名ヅク、例ヘ
 バ墨ヲ以テ紙上ニ書畫ヲ書クコトヲ得ルハ墨ト紙トノ相

二八

異ナル分子間ノ粘著力ニ由ル、又原子間ノ引力ヲ親和力ト
 名ヅク、是等ノ引力ハ皆前ニ述べタル引力ノ定則ニ從フモ
 ノナレドモ、唯質量及距離共ニ頗ル小ナルモノナリ。

(水銀ノ少量ヲ机ノ上ニ滴下セバ球狀ヲナス其理如何)

(白墨ヲ以テ黑板上ニ書クコトヲ得ルハ其理如何)

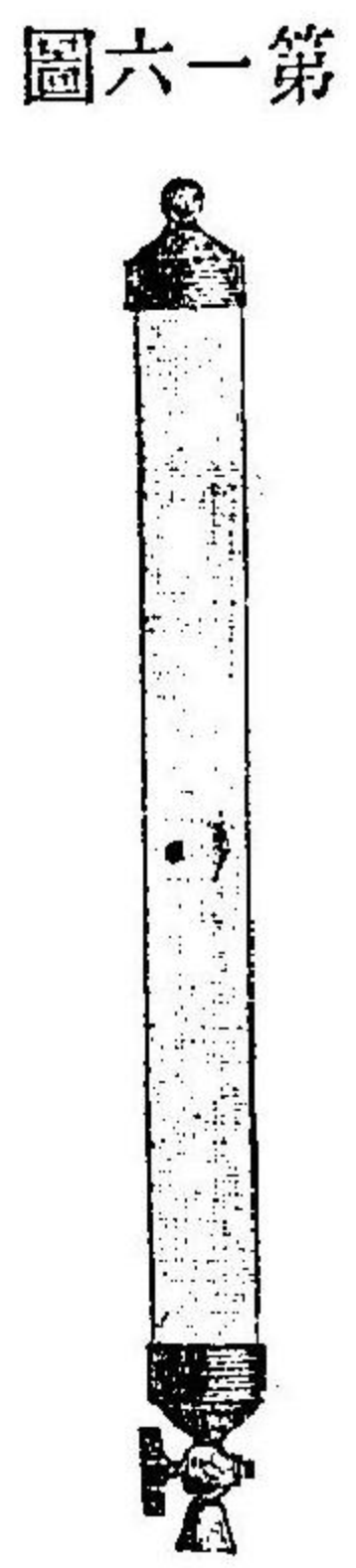
落體ノ速度ハ其質量ニ關係ナシ (The velocity of a fa-

ling body is independent of its mass) 地面ノ上ヨリ落ツル

諸物體ヲ目撃スルニ、紙片或ハ羽毛ノ如キ輕キ物ハ漂漂ト
 シテ空中ニ浮ビテ遅ク、金屬或ハ石塊ノ如キ重キ物ハ速カ
 ニ落ツルガ如シ、是レ何故ナルカ、抑物體ノ落下セントスル
 ヤ、空氣ノ抵抗アリテ物體ノ運動ヲ妨グルガ故ニ、其表面ノ
 廣大ナルモノ或ハ粗慥ナルモノハ其影響ヲ蒙ルコト大ナ
 ルニ由ル若シ全ク空氣ナキモノトスレバ諸ノ物體ハ皆同

一ノ速度ヲ以テ落下スルモノナリ。

實驗 第一六圖ニ示ス如キ玻璃製ノ稍長キ圓筒内ニ羽毛及銅貨等ノ如キ二、三種ノ物體ヲ入レタルモノヲ取り、其落下スル速度ヲ試ミルニ空氣



第一六圖 ノ圓筒内ニアルトキハ、地面

ノ上ニ於ケルト毫モ異ルコトナシト雖モ今排氣機ニヨリテ一旦空氣ヲ排除スルトキハ、其内ニアル諸ノ物體ハ皆同一ノ速度ヲ以テ落ツルコトヲ見ルベシ。

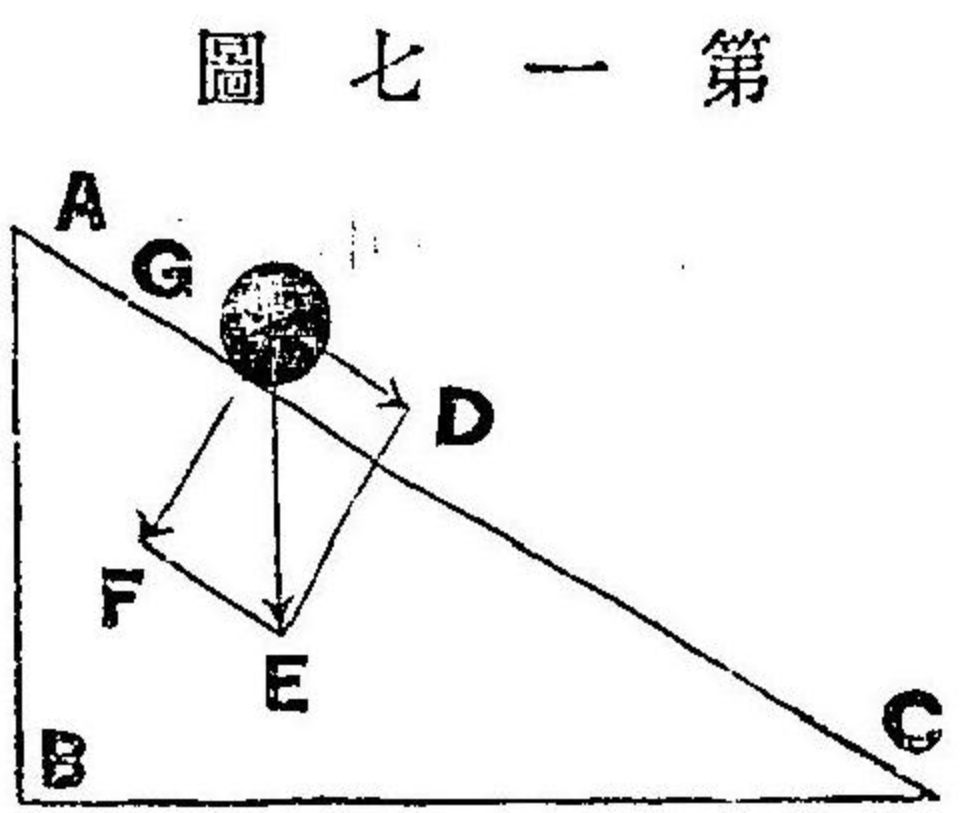
二九

重量 (Weight) 物體ノ重量ハ地球ガ其物體ヲ引ク力ナリ、地球ノ諸ノ物體ヲ引ク力ヲ特ニ重力 (Gravity) ト云フ。場所ニヨリテ其場所ト地球ノ中心トノ距離稍異ナル故ニ、同シ物體ト雖モ引力ノ定則ニヨリ其重量ニ幾分ノ相違アルコト論ヲ俟タズ、今 m ヲ以テ物體ノ質量トシ、 w ヲ以テ其重量ト

シ、 w ヲ以テ加速度トスレバ、運動ノ第二定則ニヨリ $w = mg$ トナル。

三〇甲

重力ノ加速度 (Acceleration of gravity) 水平ノ面ト



第一七圖

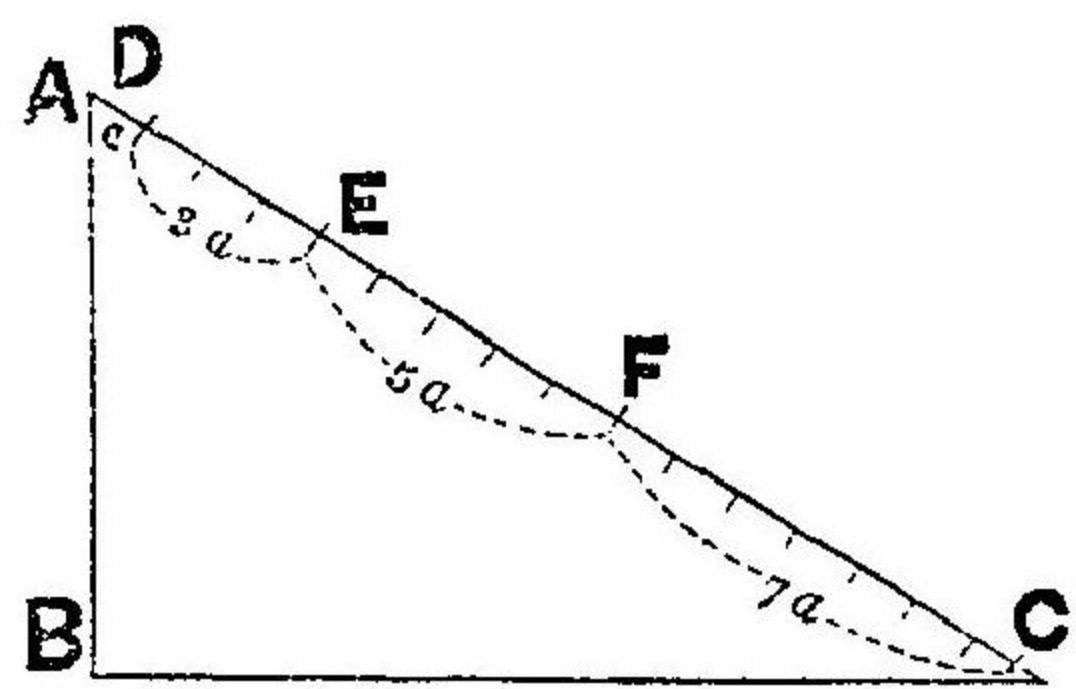
GDE ハ直角三角形 ABC ト相似三角形ナルガ故ニ $GE:GD::AC:AB$

$\therefore GD = GE \times \left(\frac{AB}{AC}\right)$ (1) 然ルニ GE ハ球ノ重量ヲ示ス故ニ $GD = mg$ (2) 今 (2) ヲ (1) ニ置換スレバ $GD = mg \times \left(\frac{AB}{AC}\right)$ (3) トナル

故ニGD即チ板ヲ迂リ落チントスル力ハ、重力ノ加速度 g ニ
正比例スルモノナリ。

實驗 右ノ如ク一ノ球ヲACナル板ノ上ニ轉ガシテ各秒ノ
終ニ球ノ經過スル點ヲ記セバ、左ニ示ス如キ結果ヲ得ベシ。
但シADナル距離ヲ a ト假定ス。

第一八圖



時間秒ニテ	全距離	壹秒間ニ經過シタル距離	各秒ノ終ノ速度	加速度
1	a	a	$2a$	$2a$
2	$4a$	$3a$	$4a$	$2a$
3	$9a$	$5a$	$6a$	$2a$
4	$16a$	$7a$	$8a$	$2a$
、	、	、	、	、
、	、	、	、	、
、	、	、	、	、

靜止ノ位置ニアル球ニ重力ガ働キテ第一

秒ノ終ニ球ハD點迄即チ a ナル距離落チ
シトキ、若シ其瞬間ニ重力ノ作用止ミタリト假定スレバ、運

動ノ第一一定則ニヨリ其球ハ等速度ヲ以テ落下スベキ理ナ
リ、然ルニ實驗上第二秒ノ終ニE點落チシ故ニ、第二秒間ニ
落チシ距離ハ $3a$ ナレバ、其中ノ $2a$ ハ球ガD點ニ達セシトキ
既ニ得タル速度ノ爲メニ落チシ距離ナラザル可カラズ。第
三秒ノ終ニF點ニ達ス、即チ第三秒間ニ $5a$ ナル距離ヲ落チ
シ故ニE點ニ於テ球ハ既ニ毎秒 $4a$ ナル速度ヲ有セザル可
カラズ、因テ第二秒間ノ加速度ハ毎秒 $2a$ ナリ。第四秒ノ終ニ
球ハC點ニ達ス、即チ第四秒間ニ落チシ距離ハ $7a$ ナルガ故
ニ、F點ニ於テ球ハ既ニ毎秒 $6a$ ノ速度ヲ有セザル可カラズ、
因テ第三秒間ノ加速度ハ毎秒 $2a$ ナラザル可カラズ。斯ノ如ク
球ノ落下スルトキハ加速度ハ常ニ變化セズシテ不易ナリ、
球ノ質量ヲ m トスレバ前章ノ(3)式ニヨリ $2a = g \times \frac{AB}{AC}$ ナ
ル式ヲ得、是ヨリ $2a$ 及 $\frac{AB}{AC}$ ナル値ヲ知レバ g 値ヲ得ベシ。其

他種種ノ方法ヲ以テ g ノ値ヲ求メバ、凡毎秒九百八十「センチメートル」即チ凡毎秒三十二尺ナリ、詳シク言ヘバ、物體ガ静止ノ位置ヨリ真空中ヲ垂直ニ落ツルトキ、物體ハ第一秒ノ終ニ毎秒三十二尺、第二秒ノ終ニ毎秒六十四尺、第三秒ノ終ニ毎秒九十六尺ノ速度ヲ得ルモノナリ、其後ハ之ニ準ジテ毎秒三十二尺ノ速度ヲ増加スルモノナリ。之ニ反シテ毎秒百二十八尺ノ速度ヲ以テ物體ガ垂直ニ投ゼラルルトキハ、物體ハ第一秒ノ終ニ毎秒九十六尺、第二秒ノ終ニ毎秒六十四尺、第三秒ノ終ニ毎秒三十二尺、第四秒ノ終ニ零ナル速度トナリ、即チ毎秒三十二尺ノ速度ヲ減ズルモノナリ。其後ハ前ニ記セシ割合ニテ速度ヲ増加シテ再ビ地面ニ向テ落下スルモノナリ。

三〇(乙)

落體ノ定則 (Laws of a falling body) 前章ニ述ブルガ如

ク物體ガ静止ノ位置ヨリ真空中ヲ落ツルトキ落體ハ毎秒九百八十「センチメートル」ノ加速度ヲ得ルモノナリ、故ニ g ヲ加速度トシ t 秒ノ後得タル速度ナリトセバ、

$$v = gt \quad (1)$$

故ニ落體ノ速度ハ時間ニ正比例ス。

次ニ落體ガ t 秒間ニ經過セシ距離 s ヲ求メンニ、落體ノ最初ノ速度ハ零ニシテ t 秒ノ終ノ速度ハ v ナリトセバ平均ノ速度ハ $\frac{0+v}{2} = \frac{0+gt}{2} = \frac{1}{2}gt$ ニ等シクシテ落體ハ此平均ノ速度ヲ以テ t 秒間落チタルモノト見做スコトヲ得ベキガ故ニ 落チタル距離 S ハ $s = \frac{1}{2}gt \times t = \frac{1}{2}gt^2$ (2) 故ニ落體ノ落チシ距離ハ時間ノ二乗ニ正比例ス。

(1)ヨリ $t = \frac{v}{g}$ ヲ得此値ヲ (2)ニ置換スレバ

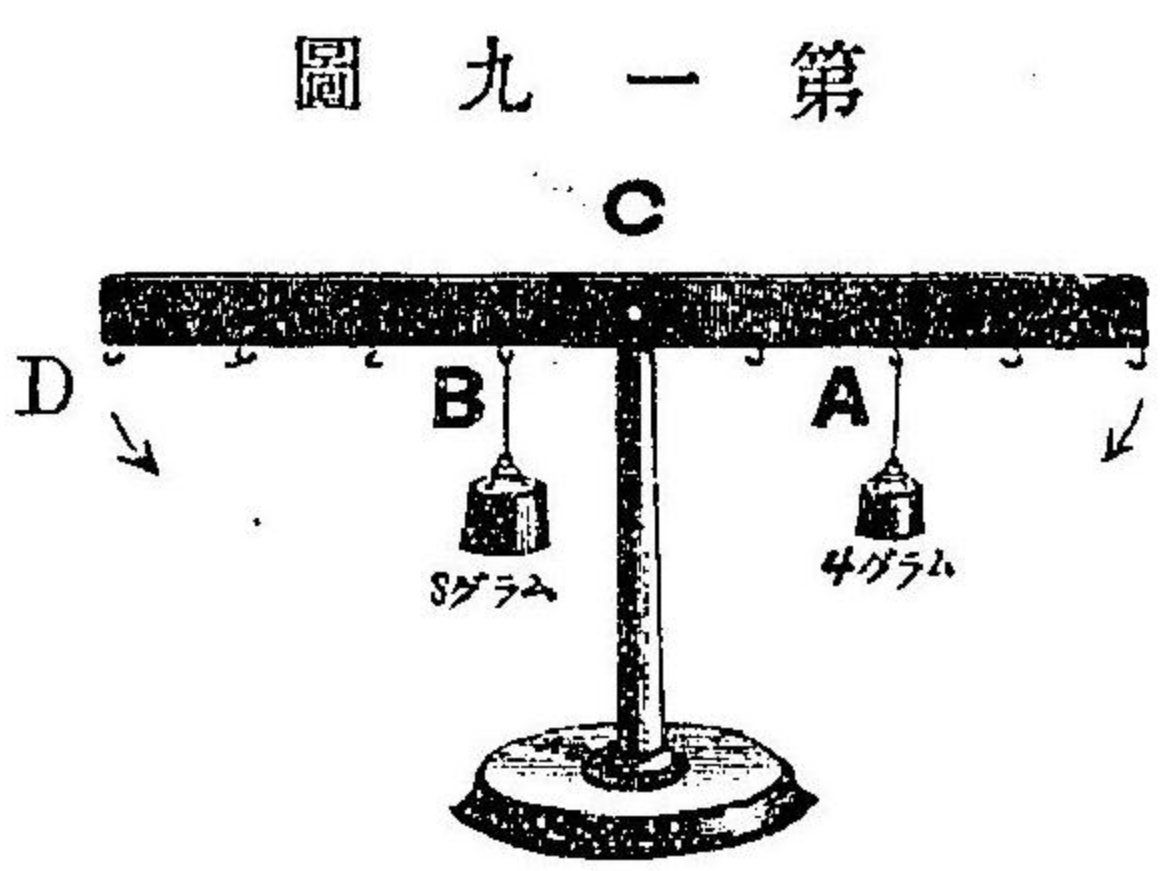
$$s = \frac{1}{2}g \times \left(\frac{v}{g}\right)^2 = \frac{v^2}{2g} \quad \text{即チ } v^2 = 2gs \quad \text{又ハ } v = \sqrt{2gs} \quad (3)$$

故ニ落體ノ最後ニ得タル速度ハ落チシ距離ノ平方根ニ正比例ス。

(或物體ガ静止ノ位置ヨリ真空中ヲ落チテ十二秒ヲ經テ地上ニ達シタルトキ最後ニ得タル速度及落チタル高さ如何)(或物體ガ静止ノ位置ヨリ十五メートルノ高さヲ落チタルトキハ最後ニ得タル速度如何)

三

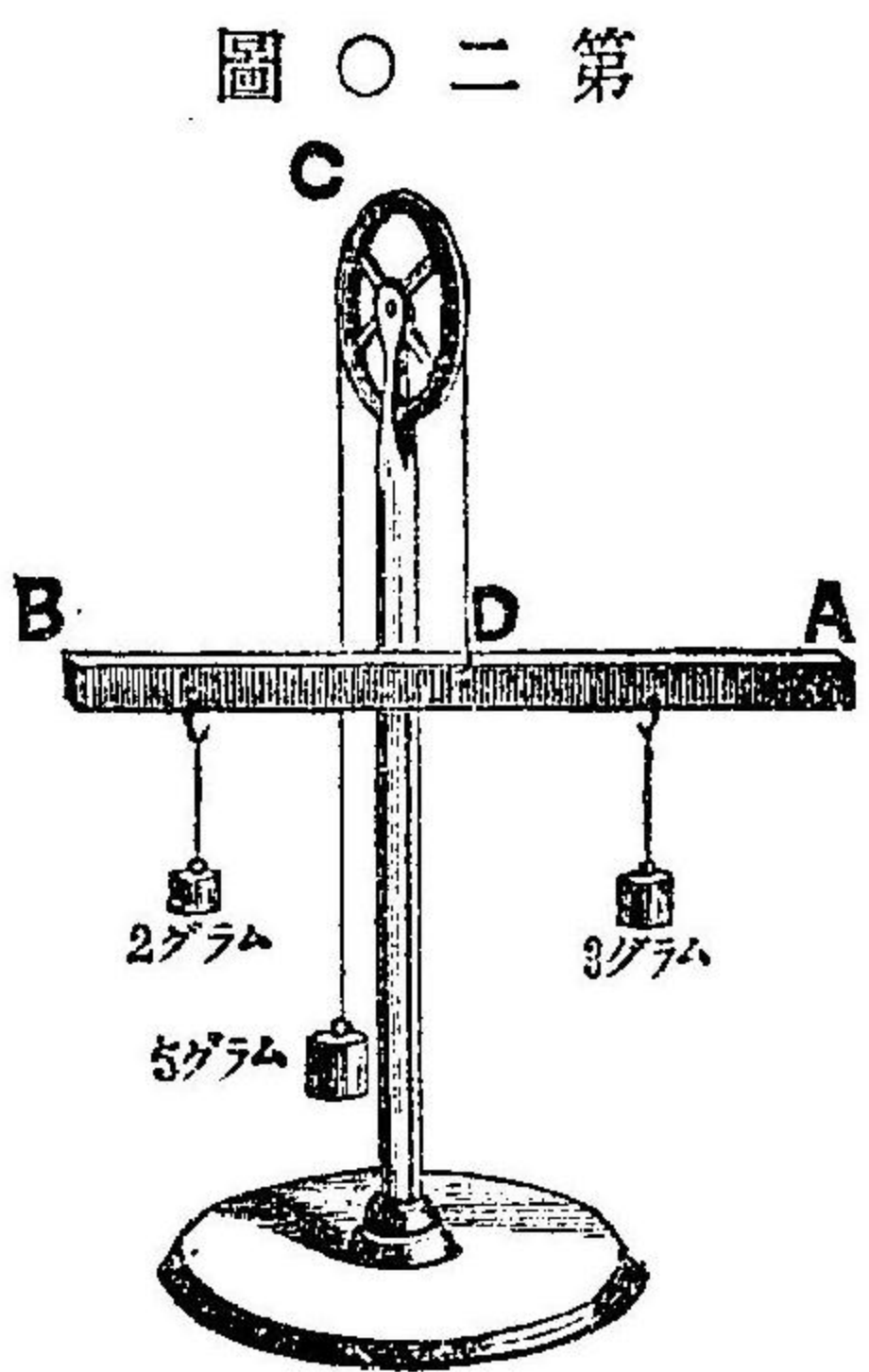
力ノ能率 (Moment of a force) 第一九圖ニ示ス ACBD ハ



中間ノC點ニ於テ支ヘラレタル眞直ナル棒ナリ、今Cヨリ二センチメートルヲ距リタルA點ニ四グラムノ重量ヲ懸クレバ、棒ハCヲ中心トシテ時計ノ針ノ方向ニ回轉セントスベシ、今之ヲ平均セシメテ水平ノ位置ニ保タンニハ、Cヨリ一センチメートル

三

平行力ノ合成 (Composition of parallel forces) 第二〇圖

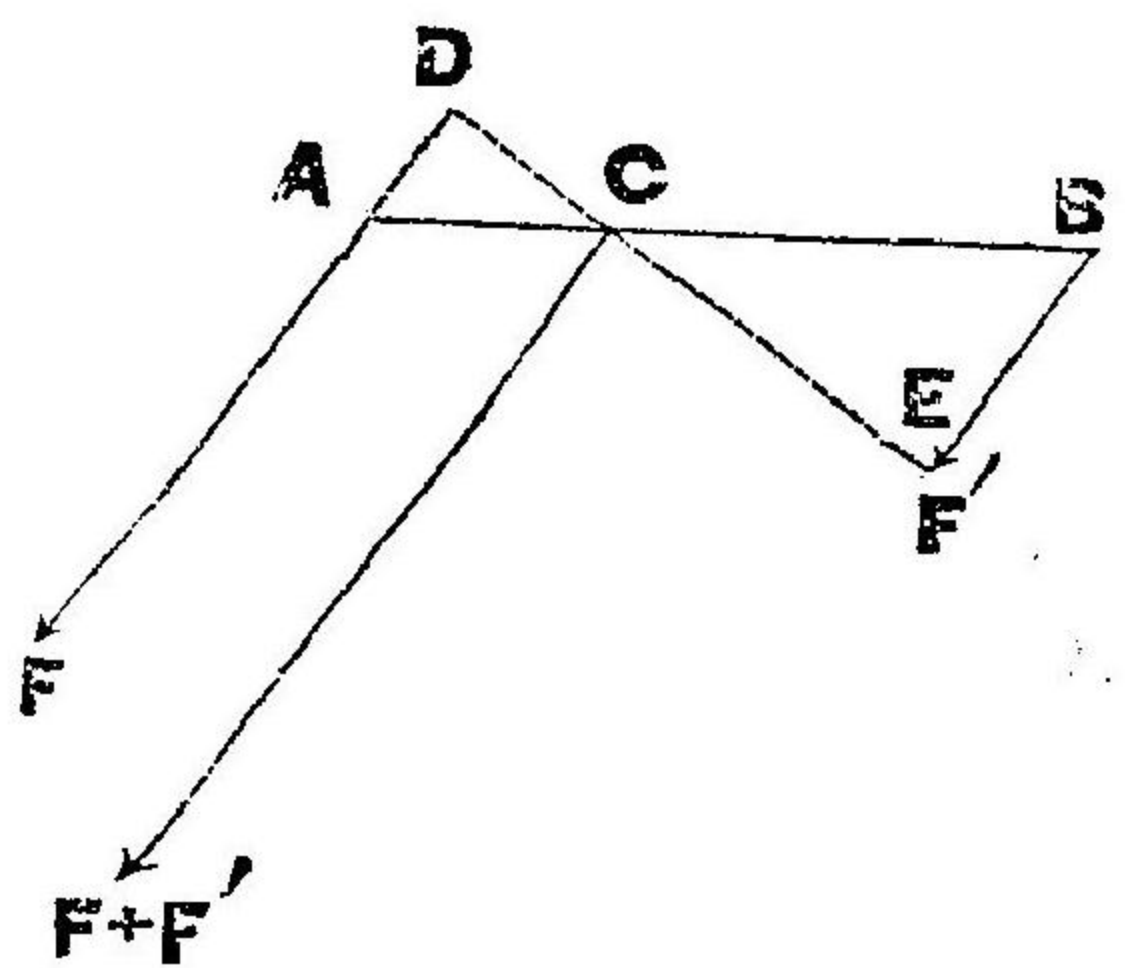


ニ示ス如クABナル棒ノ一點ニ二グラム他ノ點ニ三グラムヲ懸ケ、ABノ中心Dニ糸ヲ結ビ付ケ滑車Cヲ經テ其他端ニ重量ヲ懸ケテ之ヲ平均セシメンニ

ルヲ距リタルB點ニ八グラムノ重量ヲ懸ケザル可カラズ、若シ四センチメートルヲ距リタルD點ニ於テ之ヲ平均セシメンニハ、其點ニ於テ二グラムノ重量ヲ懸ケザル可カラズ、棒ノ支ヘラレタル點ト重量ノ懸ケラレタル點ノ距離ト重量トノ積ハ、棒ヲ一方ニ回轉セントスル分量ヲ示ス、之ヲ物理学ニテハ力ノ能率ト稱ス。

實驗 棒ノ種種ナル點ニ種種ナル分銅ヲ懸ケテ試ルベシ。

第二圖



ハ其重量ハ五「グラム」ナラザル可カラズ、故ニ二「グラム」ト三「グラム」トノ合成力ハ五「グラム」ナリ。但シ此ノ場合ニ於テ AB ナル棒ノ重量ヲ考察セザルモノトセリ。

一般ニ AB ナル直線ニ F 及 F' ナル任意ノ二ツノ平行力働クトキハ、其合成力ハ F 及 F' ノ和ニシテ、其合成力ノ働ク點ヲ C トスレバ、

$$C \text{ニ於テ } F \text{ ノ能率} = F' \times CD \quad (1)$$

$$C \text{ニ於テ } F' \text{ ノ能率} = F \times CE \quad (2)$$

平均スルトキ (1) ト (2) トハ相等シカラザル可カラズ

$$F \times CD = F' \times CE \text{ 即チ } \frac{F}{F'} = \frac{CE}{CD} \text{ 然ルニ幾何學ニヨリ}$$

$$\frac{CE}{OD} = \frac{BC}{AC} \therefore F' = \frac{BC}{AC} F \text{ 即チ } F : F' :: BC : AC \quad (3)$$

F 及 F' ナル合成力ノ働ク點即チ C ハ (3) 式ニ示ス如ク AB チ F 及 F' ノ比ニ分チタル點ナリ。

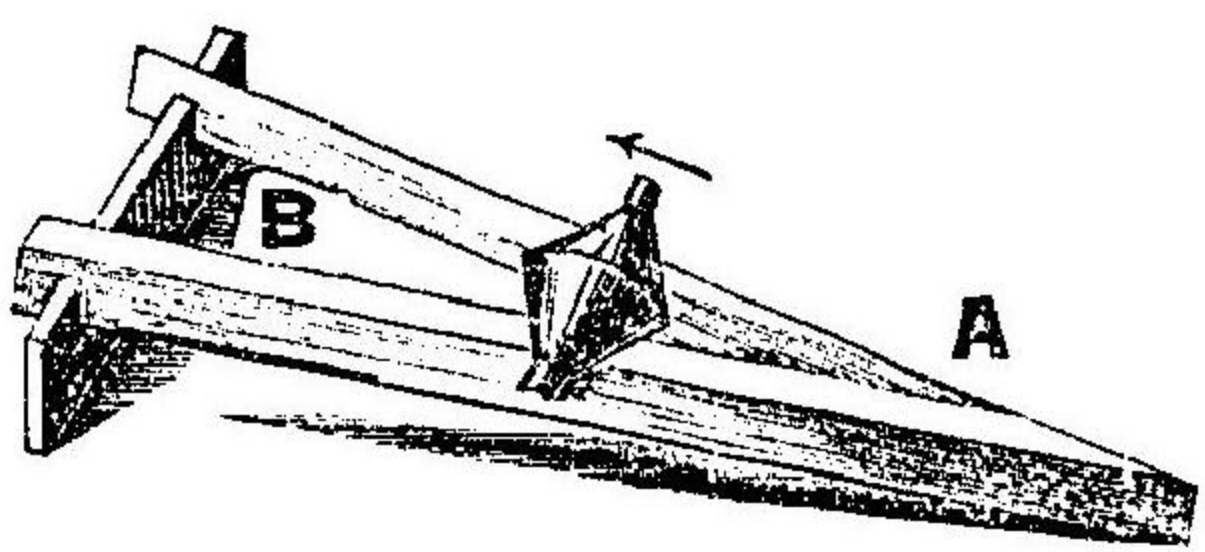
III

重心 (Centre of gravity) 諸物體ハ無數ノ分子ヨリ成ルモ

ノナレバ、地球ハ各分子チ其地心ノ方向即チ垂直ニ引キ下ゲントスルモノナリ、是等ノ無數ノ平行力ハ理論上合成スルコトヲ得ベキモノナレバ、其合成力ノ其物體ニ働ク點チ其重心ト稱ス。重心ハ物體ノ諸分子ガ悉ク其一點ニ集マルモノト假定シ、其一點ニ地球ガ引力チ及ボスト見做スコトヲ得ベキ點ナルガ故ニ、重心ハ成ル可ク地球ノ地心ニ近寄ラントスベシ。又物體ガ如何ナル運動チナシテ地上ニ落ツルトモ、其重心ノ經過シタル路程ハ必ず垂直線ナリ。

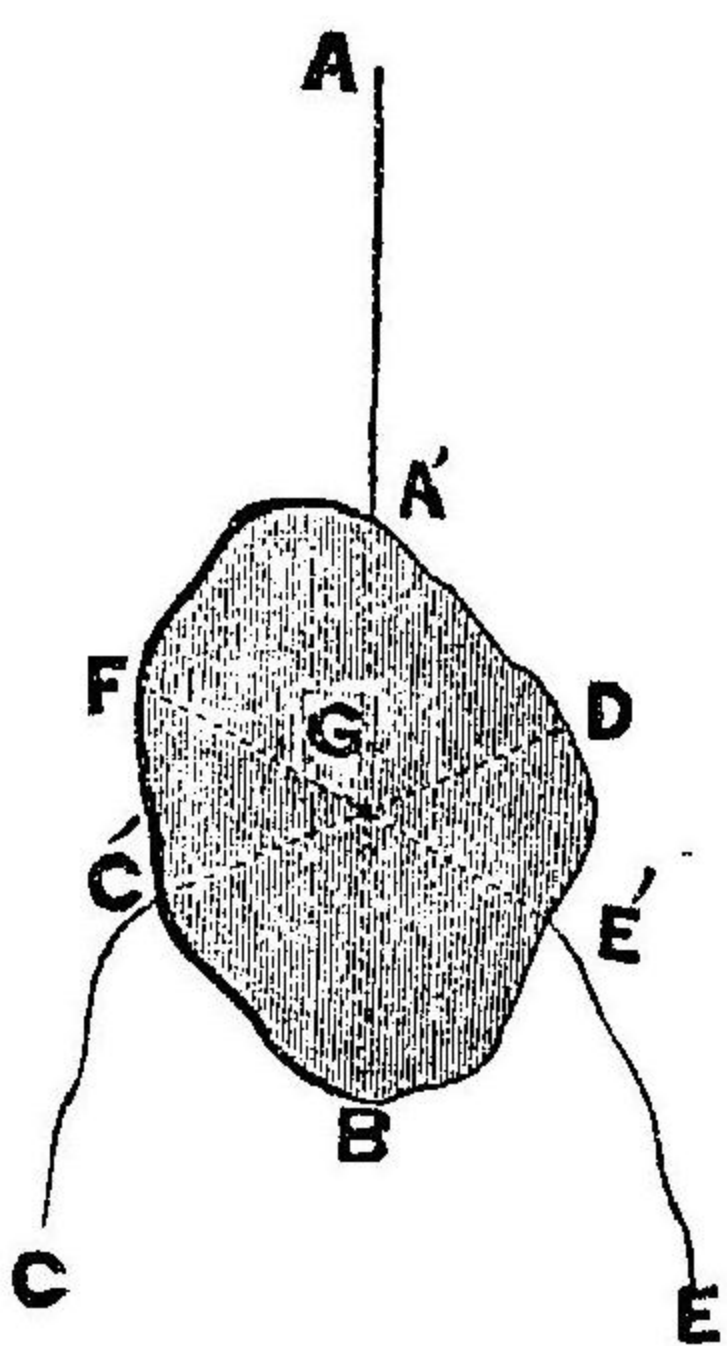
實驗 第二二圖ノ如ク薄キ不規則板チ AA' ナル細キ糸ヲ以テ垂直ニ之ヲ保チテ AA' ノ延長線 A'B' チ引キ、又 CC' 及 EE' ナル系

圖三二第



規則板ノ重心ナルガ故ニ、之ヲ指ニテ支フ
レバ水平ニ保持スルコトヲ得ベシ。
實驗 第二三圖ノ如ク兩頸圓錐ヲAニ置
ケバBノ方ニ自ラ運動スベシ、是レ其圓錐
ノ重心ガAニ於テヨリBニ於テ地心ニ近
ケレバナリ。
(指輪ノ重心ハ何レノ點ニアリヤ)

圖二二第

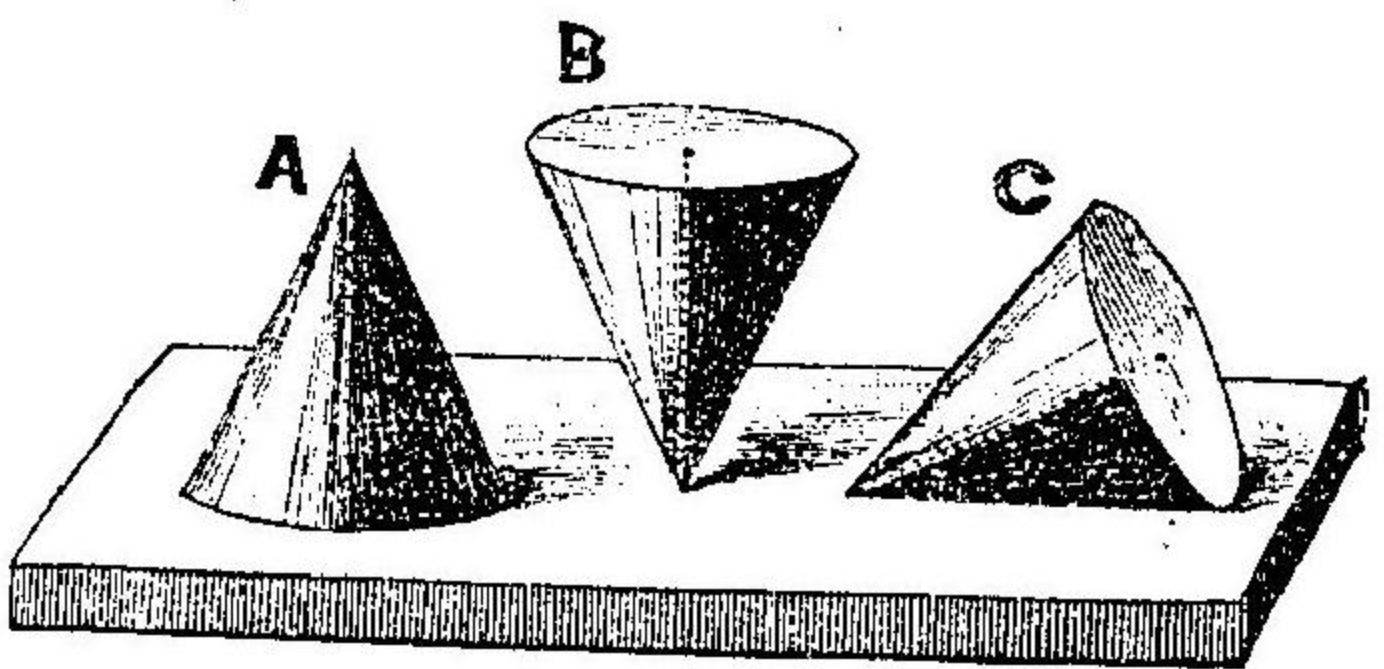


四〇

ヲ以テ之ト同一ノ事ヲナシテ
ソレゾレ延長線C'D及E'Fヲ引ケ
バ、是等ノ延長線ハ皆同一ノ點
Gニテ合スベシ、此點ハ即チ不

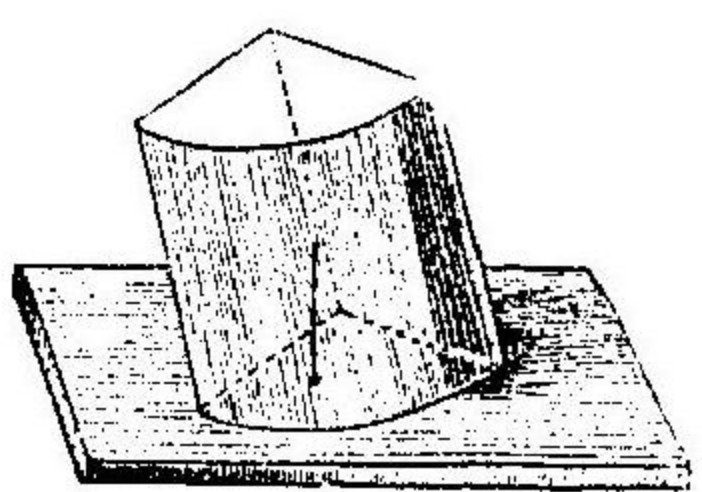
三種ノ平準(The three kinds of equilibrium) 圓錐ヲ第二
四圖ノAノ如ク置ケバ其重心最モ下ニアル故ニ、圓錐ヲ少

圖四二第



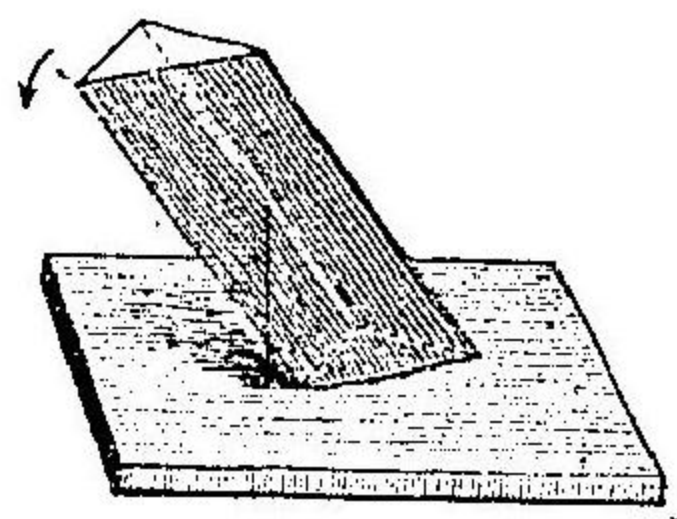
シク傾クルモ忽チ原位置ニ復ス、之ヲ安定
平準(Stable equilibrium)ト云ヒ、Bノ如ク置ケバ
其重心最モ高キ位置ニアルガ故ニ、假令須
臾ノ間、立ツコトヲ得ルトモ頗ル倒レ易シ、
之ヲ不安定平準(Unstable equilibrium)ト云ヒ、
又Cノ如ク圓錐ヲ置キテ之ヲ動かスモ重
心更ニ上下セザル故ニ之ヲ中立平準(Neutral
equilibrium)ト云フ。

圖五二第



第二五圖ニ示ス如ク、若シ物體ノ重心ヨリ
引ケル垂直線ガ其物體ノ底面内ニアルト
キハ、其物ハ轉倒セザレドモ、第二六圖ニ示
ス如ク、其垂直線ガ底面外ニアルトキハ、轉
倒スルモノナリ。

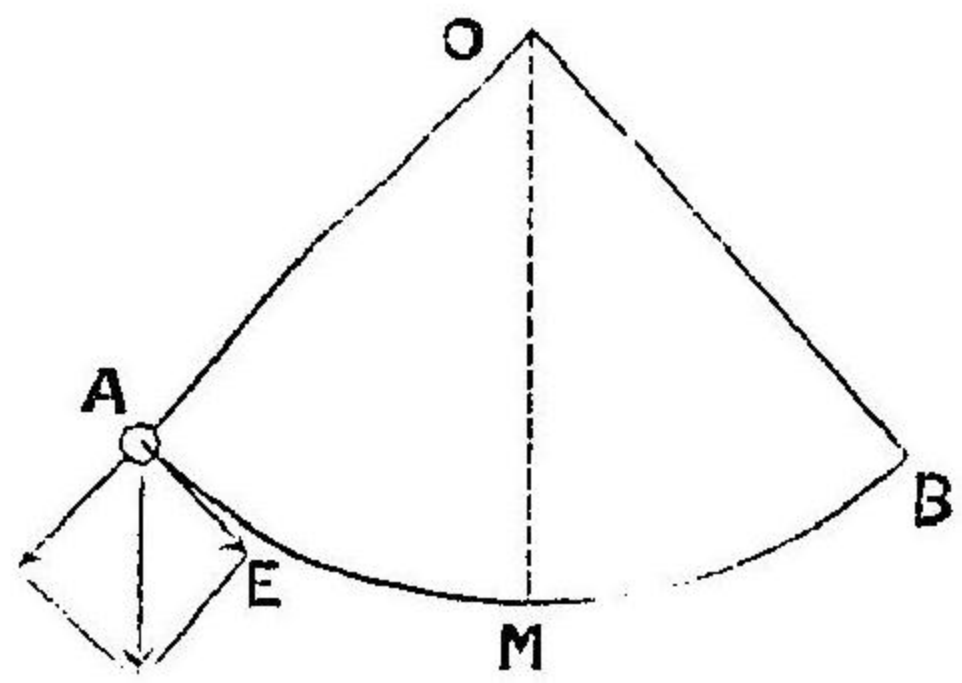
圖六二第



(不倒翁ト稱スル玩具ハ一旦倒ルルモ再ビ立ツコトヲ得ルモノナリ其理如何)

振子(Pendulum) 振子ニ單複二種アリ、單振子トハ極メテ細キ糸ノ一端ニ一物體ヲ繫ナギ、其糸ノ他端ヲ他ノ物體ニ固著スレバ、此端ヲ中心トシテ振動スルコトヲ得ルモノナリ、而シテ單振子ニアラザルモノハ皆複振子ナリ、複振子ハ理論頗ル複雑ナレバ、爰ニ之ヲ略シテ單振子ノミヲ説明セン。今OAナル細キ糸ノ一端ニ一物體ヲ繫ナギテ振動セシムレバ即チ單振子トナル、今物體ノ重量ヲADニテ示シ之ヲAF及AEナル二力ニ分解セバAFハ糸ヲ引キ張ル力トナリ、而シテAEハ圓弧AMBニ沿フテ落下

圖七二第

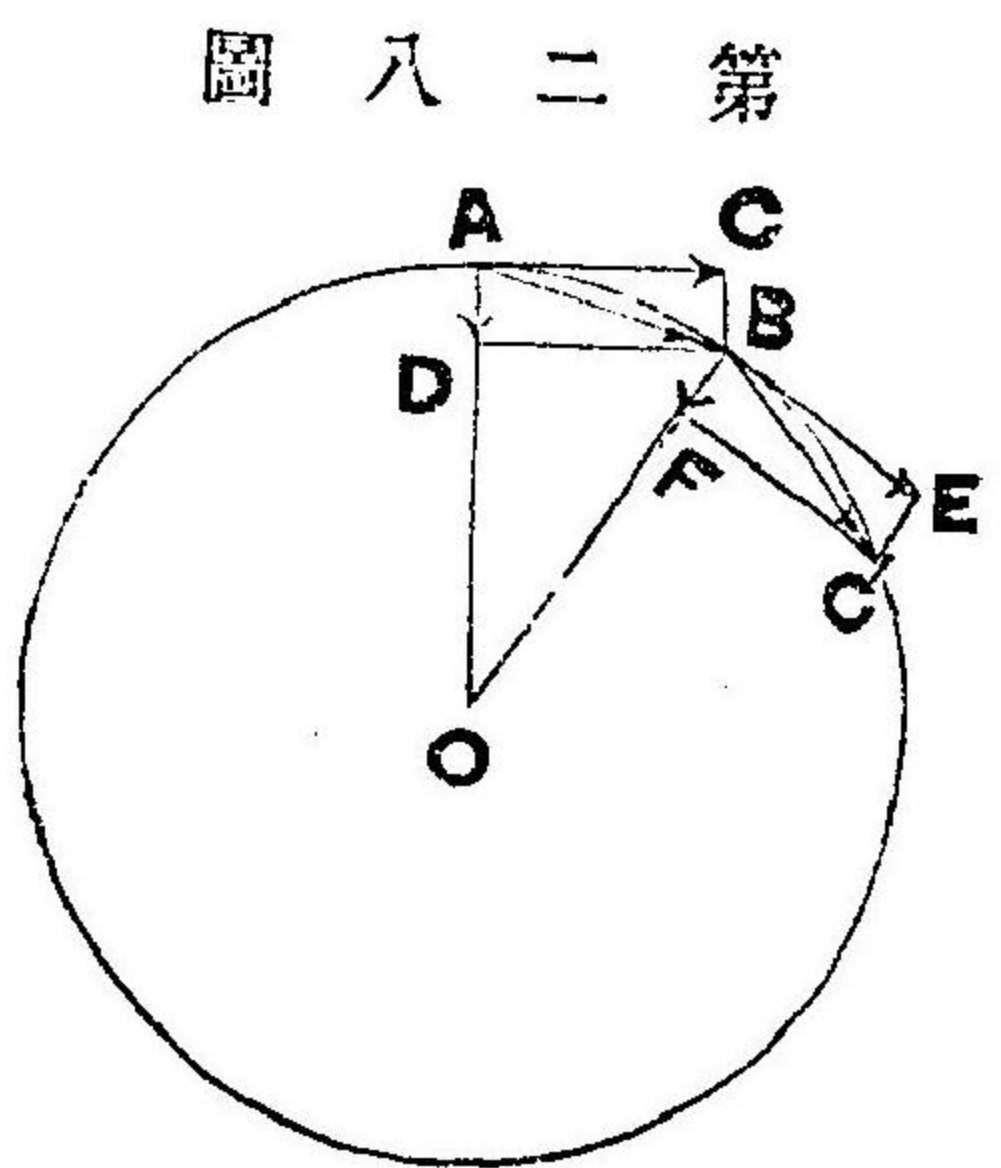


セントスル力トナル。故ニ糸ノ一端ニ繫ナギタル物體ハ此力ニヨリテM點ニ達スレバ習慣性ニヨリテB點ニ上ルベシ、若シ空氣ノ抵抗ト糸ヲ固著セル部分即チO點ニ摩擦ナキトキハ、振子ハ斷ヘズAヨリB次ニBヨリAト斷ヘズ永久振動スベシ。而シテAヨリBニ至ル一振ノ時間ヲ週期ト云ヒ、一振スル路程ノ長サAMBヲ振幅ト云ヒ、角AOBヲ振動角ト云フ。單振子ノ定則ハ左ノ如シ。
(一) 振動角小ナルトキハ、週期ハ振幅ノ長短ニ關係ナシ。
(二) 週期ハ振子ノ長サノ平方根ニ正比例ス。
(三) 週期ハ懸垂サレタル物體ノ重量ニ關係ナシ。
(四) 週期ハ重力ノ加速度ノ平方根ニ反比例ス。

實驗 以上(一)(二)(三)ノ三ツノ定則ノ確實ナルコトヲ試ルベシ。

遠心力(Centrifugal force) 第二八圖ニ示ス如ク細キ糸ノ

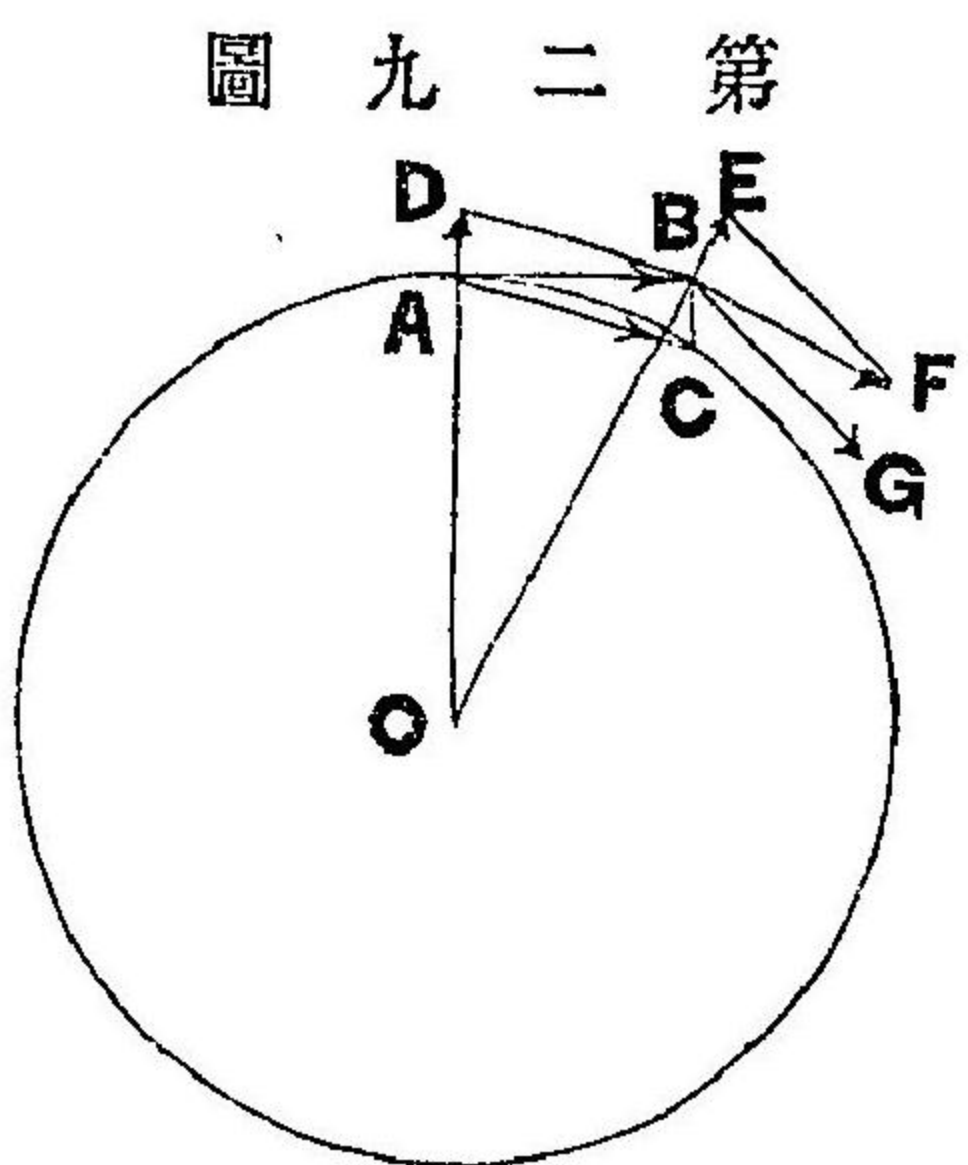
一端ニ一物體ヲ固著シ、他端Oヲ指ニテ保持シテ之ヲ急ニ



圖八ニ第

回轉スレバ、其物體ハ指端ヲ中心トシ
テ圓運動ヲナスベシ、然ルトキ其物體
ハ中心Oヨリ遠ザカリ糸ヲ張ル力ヲ
生ズ、之ヲ遠心力ト云フ、然ルニ運動ノ
第三定則ニヨリ、糸ハ物體ヲ中心ノ方
向ニ引クベシ、此力ヲ求心力ト云フ。今
物體ガ圓ノ接線ノ方向ニ運動セントスル力ヲACニテ示シ、
糸ガ物體ヲ半徑AOノ方向ニ引ク力ヲADニテ示シ、
合成スレバABトナル、即チ一小時間ノ後物體ハB點ニ達ス
ベシ、而シテB點ニ於テ物體ハ運動ノ第一定則ニヨリBEノ
方向ニ運動セントスレドモ、糸ハ斷ヘズ物體ヲ半徑BOノ方
向ニ引クガ故ニ、此ノ二力ヲ合成スレバ一小時間ノ後物體

ハC'點迄運動スベシ、斯ク順次ニ合成スレバ圓内ニ一ノ多
角形ヲ得ル、理ナレドモ、糸ハ斷ヘズ物體ヲ中心ノ方向へ引
クガ故ニ、究リ無ク小ナル時間ヲ以テ此ノ合成ヲナスト假
定スレバ、極限ノ場合ニ於テ多角形ハ遂ニ圓トナルベシ。
第二九圖ニ於テAニ於テノ物體ハ中心Oヨリ離レ去ルコ



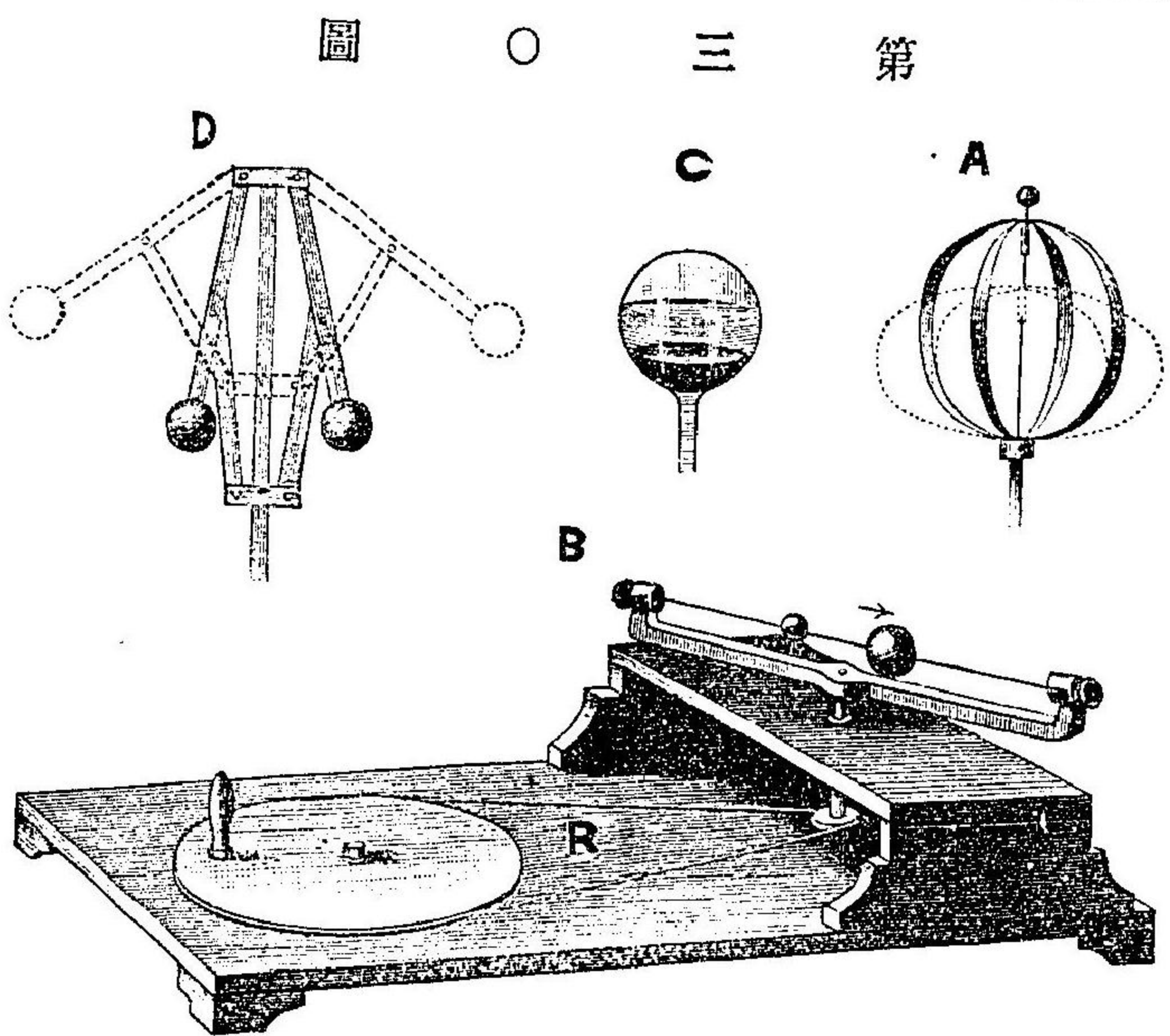
圖九ニ第

トヲ得ルモノトスレバ、Oヲ中心トシ
テ回轉セントスル力即チABヲAD及AC
ニ分解スレバ、ADハ中心Oヨリ遠ザカ
ラントスル力トナリ、ACハ圓運動ヲ繼
續セントスル力トナル、故ニ一小時間
ノ後Aハ實際B點迄運動シ、次ノ一小
時間ノ後F點迄運動シテ物體ハ漸漸中心ヨリ遠ザカリツ
ツ回轉スベシ。

實驗

第三〇圖ノAハ四箇ノ金屬ノ線條ヨリナレル球狀

四六



ノモノナリ、之ヲ回轉臺
 Rニ載セ速ニ回轉スレ
 バ、遠心力ノ爲メニ點線
 ニテ示ス如ク橢圓體ト
 ナル。Bハ大小二箇ノ球
 チ糸ニテ連結セルモノ
 ナリ、之ヲ回轉スレバ大
 ナル球ハ最モ遠方ニ去
 ル。Cハ球狀ノ玻璃ノ器
 ナリ、之ニ著色シタル水
 チ入レ回轉スレバ液ハ
 器ノ中央ニ集マル。Dハ

回轉スレバ點線ニテ示ス如ク兩球開クベシ。
 右ノ實驗ニヨレバ、遠心力ハ回轉ノ速度ト回轉セラルル物
 體ノ質量ニ關係アルコトヲ知り得ベシ。
 (天秤棒ノ兩端ニ綱ヲ以テ各小ナル水桶ヲ垂レ速ニ之ヲ回
 轉セバ水桶ハ天秤棒ト一直線トナルモ水ハ、桶ヨリ流れ出
 デズ其理如何)

三七

仕事 (Work) 或重量ヲ有スル物體ヲ或高サニ上グルニハ
 重力ニ打ち勝タザル可ラズ、又机ノ上ノ物ヲ水平ニ動かス
 ニハ摩擦力ニ打ち勝タザル可カラズ、又物體ヲ二箇ニ切斷
 スルニハ凝集力ニ打ち勝タザル可カラズ、斯ノ如ク抵抗力
 ニ打ち勝ツ爲メニハ、所謂物理學上ノ仕事ヲ爲サザル可カ
 ラズ。今吾人ガ「キログラム」ノ重量ヲ垂直ニ「メートル」上
 グルニハ或仕事ヲ爲サザル可カラズ、此仕事ヲ「キログラ

第二編力ニ就キテ

四七

ム、メートル「ト名ツケ仕事ノ單位トナス。同様ニ「ポンド」ノ重量チ「フート」上グル仕事チ「フート、ポンド」ト名ツク。又一「ダイソ」ノ力ニ反對シテ或物體チ「センチメートル」動カシタルトキハ、其仕事チ「エルグ」ト稱シ、物理學上數用ユル單位ナリ。故ニ「ギログラム」ノ重量チ「メートル」上グルニハニ「キログラム、メートル」ノ仕事チナス、又一「キログラム」ノ重量チ「メートル」上グルトキハニ「メートル」上グルトキ即チ都合ニ「メートル」上グルトキハニ「キログラム、メートル」ノ仕事チナス。一般ニ抵抗力チ「キログラム」「ポンド」「ダイソ」ノ如キ力ノ單位ニテ示シ、此力ニ打チ勝チテ動シタル距離チソレゾレ「メートル」「フート」「センチメートル」ノ如キ長サノ單位ニテ示ストキハ、仕事 W ハ抵抗力 f ト距離 s トノ積ニ等シ。則チ

$$W = f \times s \quad (1)$$

然リ而シテ仕事ノ全量ヲ求ムルニハ、通常時間ヲ考察セズト雖モ、其仕事ハ幾何ノ時間ニ於テ爲サレタルヤノ問題生ズルトキハ時間ヲ考察セザル可カラズ、今 t ナ時間トシ、 w ナ速度トシ一單位ノ時間中ニナス仕事 w ナ求メントス。

$$(1) \text{式ノ兩節ヲ} \div \text{テ除ス} \Rightarrow w = \frac{W}{t} = \frac{f \times s}{t} = f \times v \quad (2)$$

$$(2) \text{式ノ兩節ニ} \div \text{チ乗ズ} \Rightarrow w = f \times v \times t \quad (3)$$

(2)ナル式ニヨリ一單位ノ時間ニナス仕事ハ、抵抗力ト速度トノ積ニ等シ、實業ニテハ通常馬力ナル單位ヲ用ユ、一馬力ハ毎分三萬三千「フート、ポンド」ノ仕事ニ等シ。

勢 (Energy) 勢トハ物理學上ノ仕事ヲ爲ス可キ資能ヲ云

フ、例ヘバ動物、風、水蒸氣等ハ皆各種ノ抵抗ニ打チ勝チテ仕事チナスコトヲ得ル故ニ、皆勢ヲ有ス。勢ハ其自身ガ爲シタル仕事ノ分量ニテ測定サルモノナリ。音、熱、光、電氣、磁氣等

皆勢ナルコトハ後章ニ於テ説明スベシ。
〔自轉車ニ乗ルトキハ歩行スルヨリ比較上疲勞セザルガ如シ其理如何〕

三九

勢ノ二種(The two kinds of energy) 吾人若シ^レナル重量ヲ地上ヨリ^スナル高サ迄上グルトセバ、吾人ハ重力ニ反對シテ^スニ等シキ仕事ヲ爲シテ幾分ノ勢ヲ費消セシナリ、因テ此重量ヲシテ再ビ地上ニ落下セシムレバ、或速度ヲ得ベシ、若シ適當ナル器械ヲ裝置シテ此重量ヲ其上ニ落下セシムレバ、器械ヲ運轉セシムルコトヲ得ベシ。又弓ヲ引キ張り然ル後手ヲ去レバ、矢ハ或速度ヲ得テ遠方ニ飛ビ去ルベシ、矢若シ壁等ノ如キ物ニ衝突セバ之ヲ破壊スルコトアルベシ。又時計ノ彈條^{ゼンマイ}ヲ卷キ置ケバ、長キ時間中時計針ハ仕事ヲナシテ回轉スベシ。物質ノ靜止ノ状態ニアルトキニ有スル勢ヲ

四〇

潛勢 (Potential energy) ト云ヒ、之ニ對シテ物質ガ或速度ヲ以テ運動シツツアルトキニ有スル勢ヲ顯勢 (Kinetic energy) ト云フ。
勢ノ轉化及勢ノ不滅 (Transformation of energy and conservation of energy) 彼ノ山間ノ湖水ハ幾分ノ潛勢ヲ有ス、何トナレバ此水ヲ流下セシムレバ必ず顯勢ニ變ジテ地上ニ落ツ、若シ地上ニ水車ノ如キモノヲ裝置スレバ、其湖水ノ有セシ潛勢ニ等シキ顯勢ガ仕事ヲナシテ水車ヲ運轉セシムルヲ得ベケレバナリ。鐵砲ニ彈丸ト火藥トヲ仕込ミタル後火藥ヲ爆發セシムレバ、彈丸ハ顯勢ヲ得テ遠方ニ飛ビ去ル、此彈丸ノ得タル顯勢ハ火藥ノ有セシ化學的潛勢ヨリ轉化シタルモノニシテ其量ハ火藥ノ有セシ潛勢ニ等シ、何トナレバ火藥ヲ爆發スルトキ化學的變化起リテ種種ノ瓦斯ヲ生ズ、其膨脹力ガ彈丸ヲ押シ出セシガ故ナリ、若シ彈

丸ガ鐵板ノ如キ極メテ堅固ナル物ニ衝突スレバ火藥ノ潛勢ニ等シキ音ト熱トノ勢ニ轉化スルモノナリ。又動物ハ種種ノ植物ヲ食ヒテ生活シテ種種ノ仕事ヲ爲スモノナルガ、此仕事ハ植物ノ有セシ潛勢ヨリ轉化セシモノニシテ其仕事ノ量ハ植物ノ有セシ潛勢ニ等シ、何トナレバ植物ハ太陽ノ光及熱ナル勢ヲ吸收シテ生長セシモノナレバナリ。又石炭ハ古代ニ於テ繁茂セシ植物ノ炭化セシモノニシテ、化學的潛勢ヲ有ス、何トナレバ石炭ヲ燃燒シテ熱ヲ發生セシメ其熱ヲ利用シテ蒸氣機關ヲ運轉セシムルコトヲ得ベクシテ其仕事ノ量ハ石炭ノ有セシ潛勢ニ等シ以上述ブル諸事實ヲ概括スレバ左ノ二ツノ定則トナル。

勢ノ轉化ノ定則 甲ノ勢ハ直接或ハ間接ニ乙丙丁等ノ他ノ勢ニ變ズルコトヲ得ルモノナリ。

四

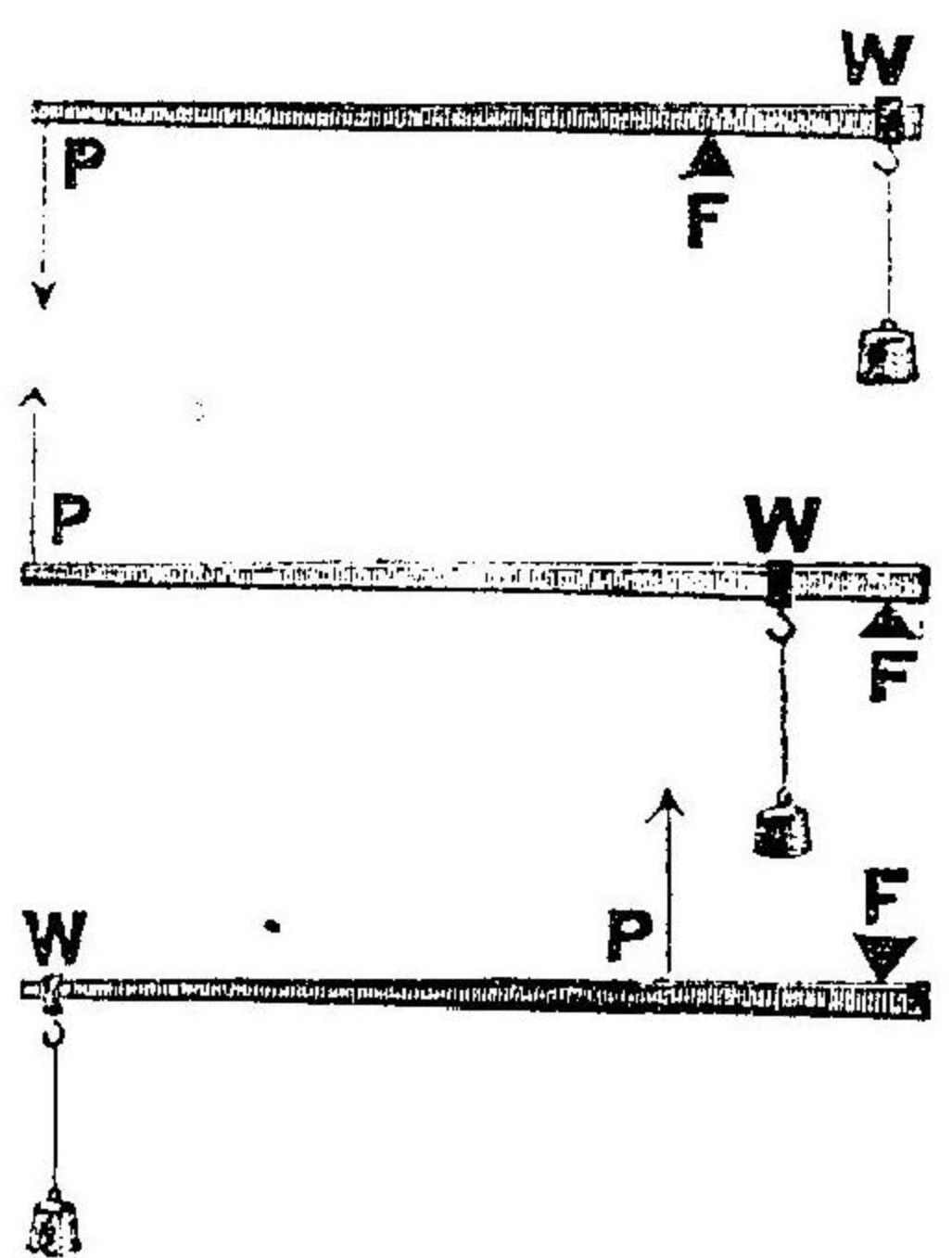
勢ノ不滅ノ定則 宇宙間ニ存在スル諸ノ勢ノ全量ハ不易ニシテ嘗テ増減アルコトナシ。

器械 (Machine) 器械トハ種種ノ抵抗ニ打ち勝チテ人生ニ必用ナル仕事ヲナシ又ハ種々ノ勢ヲ轉化セシムルモノナリ、然レドモ勢ノ不滅ノ定則ニヨリ、器械自身ガ勢ヲ増加シ或ハ新創スルコトヲ得ズ、唯甲ノ勢ヲ乙ノ勢ニ變化シ或ハ甲ノ種類ノ仕事ヲ乙ノ種類ノ仕事ニ變化セシムルノミ、例ヘバ彼ノ山上ノ水ノ有スル潛勢ヲ利用シテ水車ヲ回轉セシメ、或ハ石炭ノ有スル潛勢ヲ利用シテ蒸氣機關ヲ運轉セシムル等ノ如ク、器械ハ自然界ニ於テ徒ニ放棄セラレタル勢ヲ利用シテ所謂器械的ノ仕事ヲナスモノナリ、此ノ如キモノハ原動機 (Prime mover) ト稱シテ唯器械ノ一種ニ過ギズ、其他器械ニハ數多アリテ殆ンド枚擧ニ暇アラザレドモ

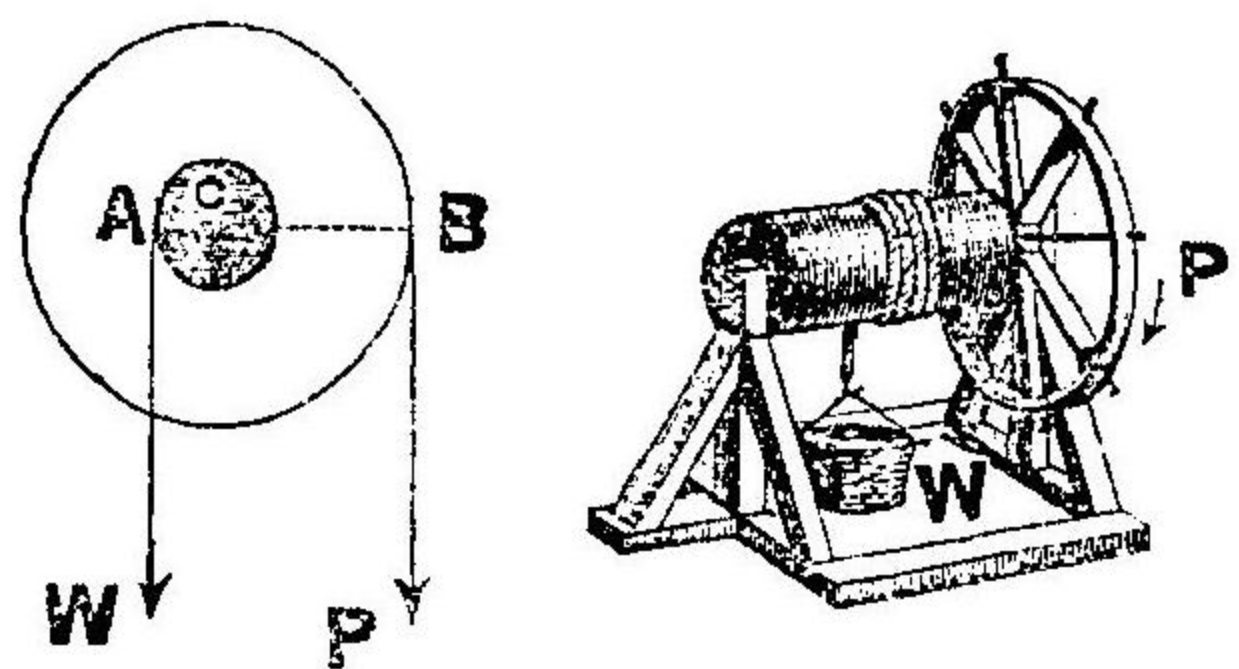
紡績器械或ハ印刷器械等ノ如ク皆人生ニ有益ナル仕事ヲ爲スモノナリ然レドモ如何ナル器械ニテモ空氣ノ抵抗及摩擦等ヲ悉ク除キ去ルコトヲ得ズ故ニ到底甲ノ勢ヲ悉ク乙ノ勢ニ變ズルコトヲ得ズシテ甲ノ勢ノ幾分ハ音及熱等ニ變ジテ無益ノ勢ニ變ズルモノナリ是ノ無益ナル勢ハ成ル可ク少クシテ有益ナル仕事ヲ成ル可ク多量ニ爲スモノヲ善良ノ器械ト稱ス彼ノ複雑ナル器械ノ構造ヲ論ズレバ器械學ノ範圍ニ屬スル故ニ左

ニ最モ簡單ナル器械ノミヲ擧
 ゲンニ(一)挺子(二)輪軸(三)滑車(四)
 斜面(五)楔(六)螺旋是ナリ。
 (一)挺子(Lever) 第三一圖ニ
 示ス如ク挺子トハ容易ニ屈曲

圖一三第

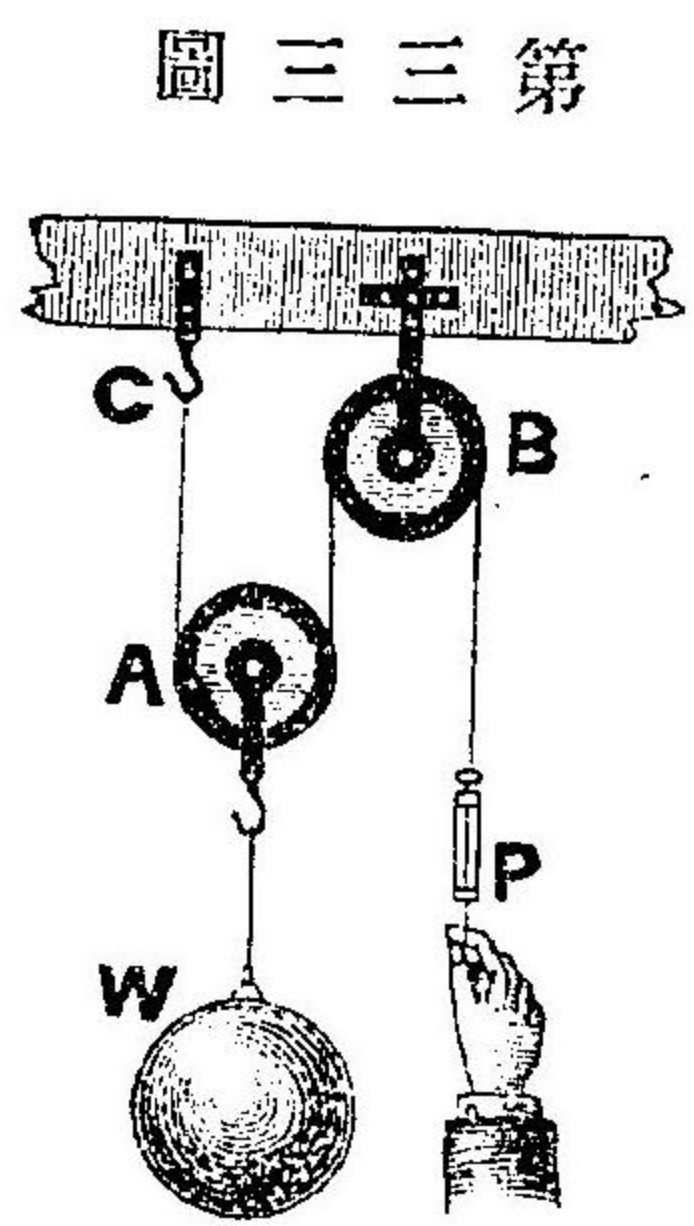


圖二三五第



第二編 カニ就キテ

セザル棒ニシテ一定點ヲ中心トシテ回轉スルコトヲ得ルモノナリ其一定點ヲ支點Fト稱シ力ノ働ク點ヲ力點Pト稱シ抵抗カノ加ハル點ヲ重點Wト稱ス故ニ此三點ノ位置ノ順序ニヨリ挺子ニ三種アレドモ一般ニ力點ト支點トノ距離ト力トノ積ガ支點ト重點トノ距離ト抵抗カトノ積ニ等シケレバ挺子ハ平均シテ何レノ方向ニモ回轉セザルナリ。
 (鉄ニテ物ヲ切斷スルトキ支點ハ鉄ノ何レノ部分ニアリヤ)
 (二)輪軸(Wheel and axis) 第三二圖ニ示ス如ク輪軸トハ輪ノ中心ニ圓筒狀ノ棒ヲ固著シタルモノニシテ輪ト軸トハ共通ノ軸ヲ以テ共ニ回轉スルモノナリ今Pヲ力トシWヲ引キ上ゲントスル重量トスレバ、

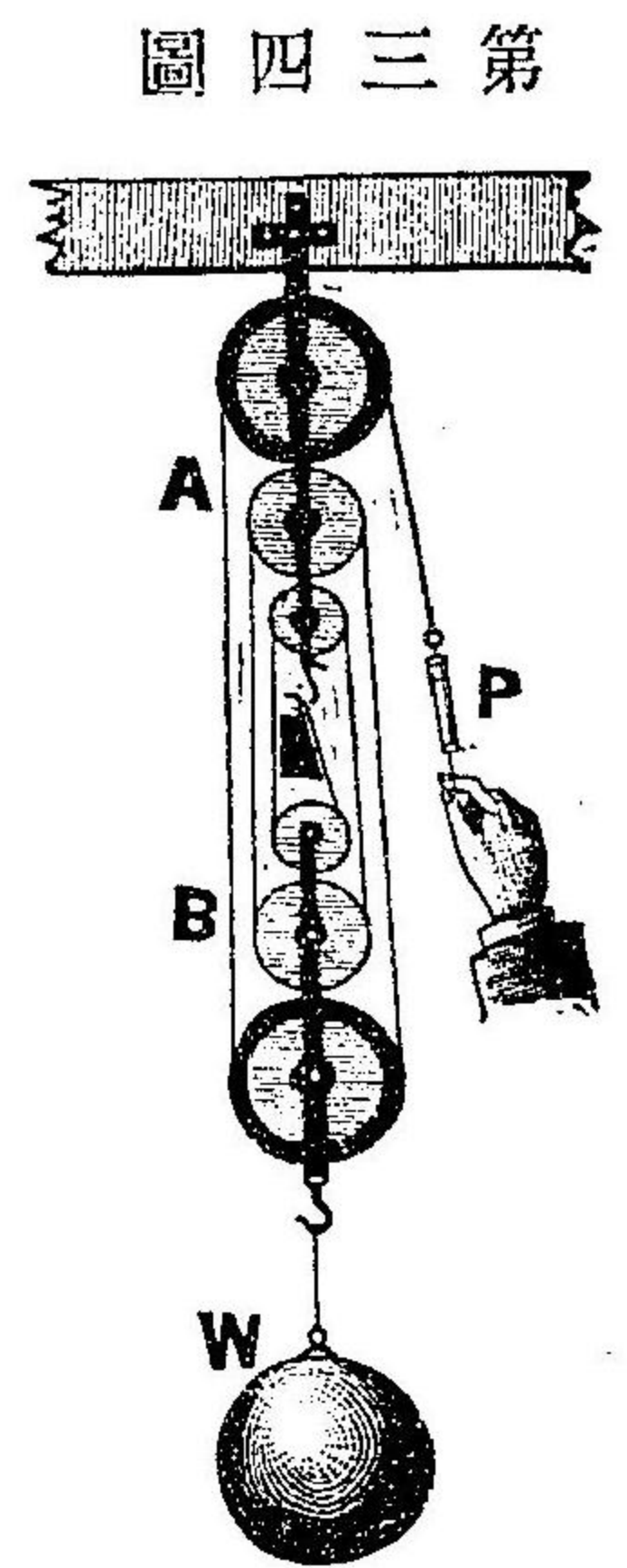


第三三圖

$$P \times BC = W \times AC$$

(1)滑車(Pulley) 第三三圖ニ示ス如ク、滑車トハ輪ノ周圍ニ糸ノ通過スルコトヲ得ル凹ミタル溝渠ヲ有シテ、其中心ヲ軸トシテ回轉スルコトヲ得、而シテ定滑車及動滑車ノ區別アリ。

實驗 第三三圖ノAノ下ニ重量Wヲ懸ケC點ニ糸ヲ繫ギ、其ヨリA及Bナル滑車ヲ通過シテPニ於テ糸ヲ引ケバ、W及Aハ共ニ漸漸上ルベシ、此ノ時Aハ動滑車ニシテBハ單ニ糸ノ方向ヲ變ズルノミニシテ少シモ上下セズ、故ニ之ヲ定滑車ト云フ、然ルトキWヲSナル距離迄上ゲ即チWSナル仕事ヲナサンニハ、Pニ於テハ2Sナル距離丈ケ引カザル可カラズ、此ノ時Wハ二筋ノ糸ニテ釣り上ゲラルレバ、其張力



第三四圖

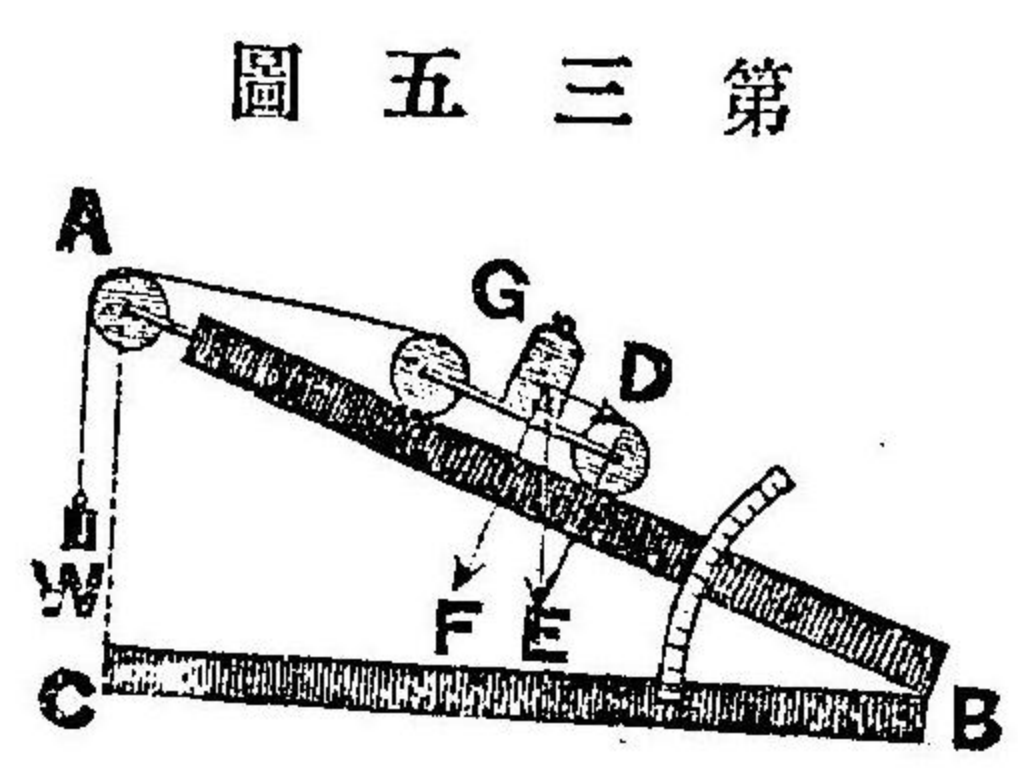
ハ $W/2$ ニ等シ、故ニPノナス仕事ハ $(\frac{W}{2}) \times (2S) = WS$ ナリ。

第三四圖ノA及Bハ各複滑車ト稱スルモノニシテ、各三箇ノ單滑車ヲ一箇トナシタルモノナリ、今圖ニ

示ス如ク、Bノ最下部ニ重量Wヲ懸ケCノ最下部ニ糸ヲ繫ギ、其ヨリ六箇ノ滑車ヲ通過シテPニ於テ糸ヲ引ケバW及Bハ共ニ上ルベシ、然ルトキWヲSナル距離迄上ゲ即チWSナル仕事ヲナサンニハPニ於テハ6Sナル距離丈ケ引カザル可ラズ、(其理如何)

(四)斜面(Inclined plane) 斜面トハ平滑ニシテ且容易ニ屈曲セザル平面ノ板ニシテ、水平面ト或角ヲナスモノナリ、既ニ重力ノ加速度ノ章ニ於テ論ゼシ如ク、物體ノ斜面ヲ降下

セントスル力ヲ \overline{GD} ニテ示サバ、 $\overline{GD} \parallel \overline{AC} \times \frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}$ ニシテ $\frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}$



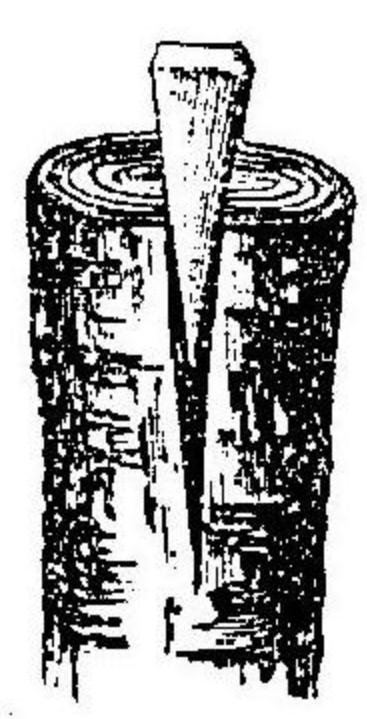
圖五三第

ハ一ヨリ小ナル分數ナレバ \overline{GD} ハ \overline{GE} 即チ物體ノ重量ヨリ小ナリ、故ニ物體ニ系ヲ繋ギ滑車ヲ經テ系ノ他端ニ \overline{GD} ヨリ少シク大ナル重量ヲ懸クレバ、物體ハ斜面ニ沿フテ上ルベシ。
 (此ノ時仕事ノ分量如何)
 實驗 斜面ノ角度ヲ變更シテ試ミルベシ。

四六

(五) 楔 (Wedge)

圖六三第



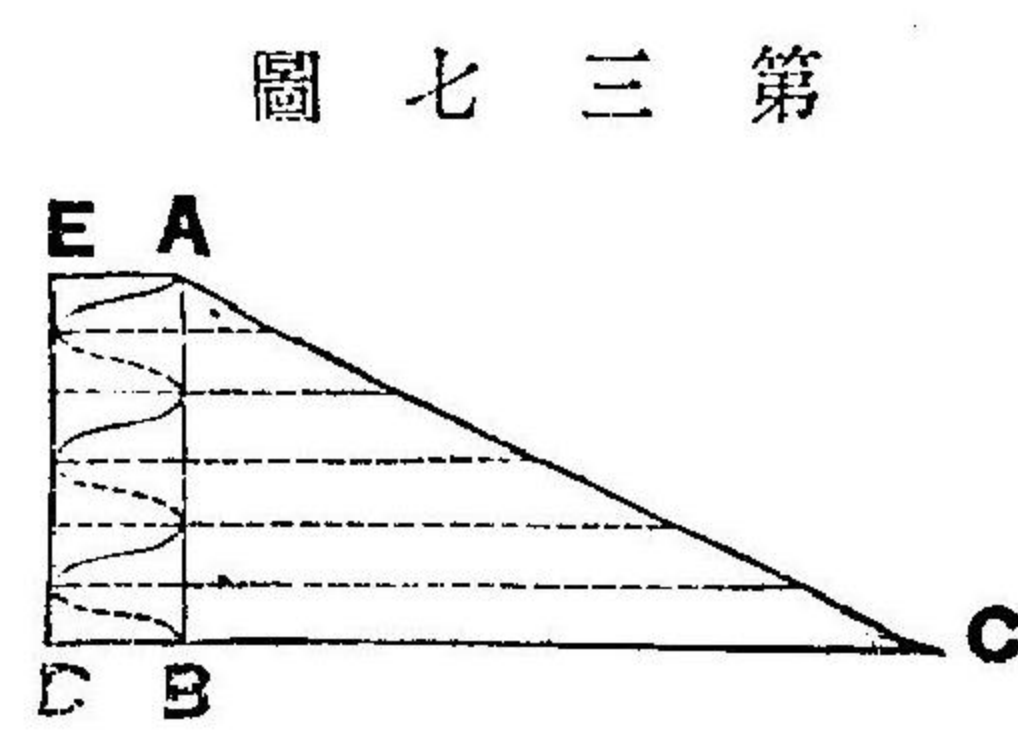
楔トハ二ツノ斜面ヲ其底面ニ於テ合シタルモノト見做スコトヲ得ベキモノナリ、例ヘバ薪等ヲ切開スルトキ用ユルモノ是ナリ。

四七

(六) 螺旋 (Screw)

螺旋トハ圓筒狀ノ表面ニ所謂螺旋狀ノ凹道ヲ刻シタルモノナリ、第三七圖ノ直角三角形 \overline{ABC} ノ形ヲ

有スルモノヲ圓筒 \overline{ABDE} ニ卷キ付クルトキハ螺旋ヲ得、換言スレバ螺旋ハ斜面ヲ圓筒ニ卷キ付ケタルモノト見做スコトヲ得ベシ。
 右ニ述ベシ(一)(二)(三)ハ平行力ノ合成ノ原理ニ基キタルモノニシテ、挺子ハ其模範トス、而シテ(四)(五)(六)ハ力ノ分解ノ原理ニ基キタルモノニシテ、斜面ハ其模範トス。



圖七三第

四八

器械ニ關スル重ナル定則ハ左ノ如シ。
 (一) 力ニ益スルコトアレバ、距離ニ損シ、逆ニ距離ニ益スルコトアレバ、力ニ損スルナリ。
 (二) 力ニ益スルコトアレバ、速度或ハ時間ニ損シ、逆ニ速度或ハ時間ニ益スルコトアレバ、力ニ損スルモノナリ。

第二編ノ問題

第二編 力ニ就キテ

- (1) 或汽關車三時間ニテ二〇〇「マイル」ヲ走リタルトキ平均ノ速度ヲ時ト「メートル」トナ單位トシテ見出セ。
- (2) 或物體第一秒ノ終ニ速度毎秒二〇「センチメートル」ニテ運動セシガ第五秒ノ終ニ速度毎秒五「センチメートル」ニテ減ゼシト云フ然ラバ平均ノ加速度如何
- (3) 運動ノ第一定則及ビ第三定則ハ運動ノ第二定則ノ特別ノ場合ナルコトヲ説明セヨ
- (4) 汽船ガ航海スルトキ重キ荷物ハ汽船ノ底ニ積マルルハ如何ナル理ゾ
- (5) 鐵軌ノ曲リタル所ハ何故ニ外部ヲ内部ヨリ少シク高クナスヤ
- (6) 振時計フリトケイガ正シキ時計ヨリ早ク進ムトキ振子ノ球ヲ上方カ下方カ何レニ動カス可キヤ

(7) 重サー二「ポンド」ノ物體ヲ高サ二〇「フート」上グルトキハ其仕事如何

- (8) 一馬力ヲ秒ト「キログラム、メートル」トナ單位トシテ示セ
- (9) 「ハネツルベ」井ヲ潛勢及顯勢ノ理ヲ以テ説明セヨ
- (10) 支那人ハ能ク豚肉ヲ喰ヒ豚ハ能ク人糞ヲ喰ヒテ生活ス
ト云フ然ラバ支那人ハ太陽ノ勢ヲ受ケズシテ生活スルコトヲ得ルヤ否ヤ
- (11) 楔ノ原理ヲ力ノ平行四邊形ヲ用キテ説明セヨ
- (12) 螺旋ハ斜面向ト其原理ヲ同フスルコトヲ説明セヨ

第三編 流體(Fluid)ニ就キテ

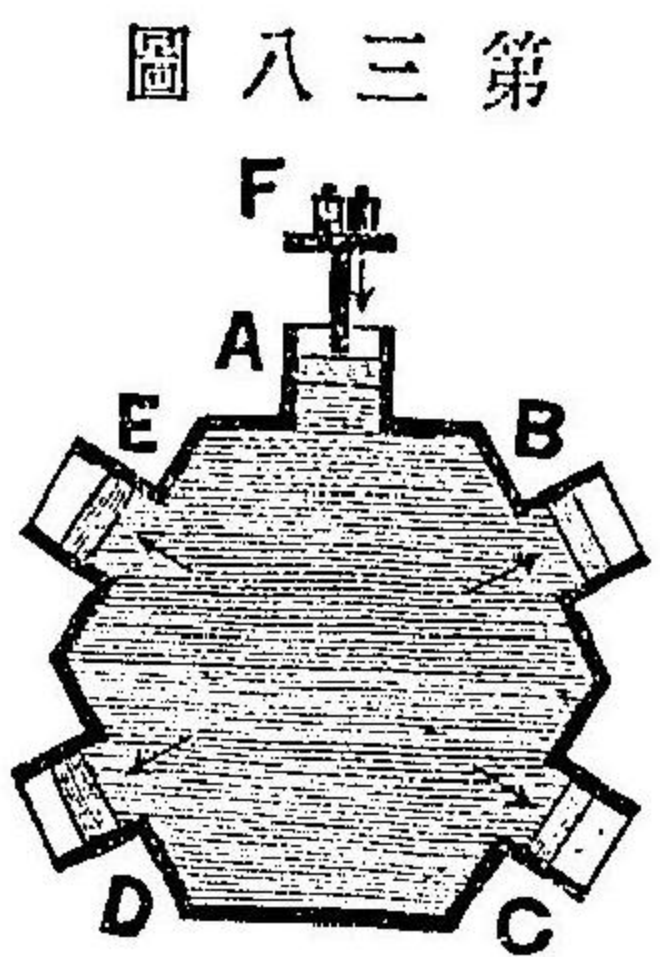
四九

液體ノ壓縮(Compressibility of liquid) 凡テ液體ハ外部ヨリ壓力ヲ加ヘラルルトモ壓縮ノ割合極メテ小ナルモノナリ(此點ニ於テ液體ハ氣體ト大ニ趣ヲ異ニス氣體ノ壓縮

ハ後章ニ於テ述ベントス(例ヘバ一寸平方毎ニ凡ソ二貫五百
 百奴ノ壓力ニテ水ノ壓縮セラルル割合ハ原容積〇〇〇〇
 〇五分水銀ハ〇〇〇〇〇三分ナリ、故ニ精密ナルコトヲ
 要セザル場合ニハ、液體ハ壓縮セザルモノト見倣シテ可ナリ。

五〇

「パスカル」氏ノ定則(Pascal's law) 第三八圖ハA B C



第三八圖

D Eナル等シキ面積ヲ有スル五箇ノ活塞ヲ備ヘタル任意
 ノ形狀ヲ有スル器ニシテ、其中ニ任意ノ
 液體ヲ盛リタルモノナリ、今假リニ液體
 自身ノ重量ヲ考察セズシテ、ナル外力
 ニテAヲ壓スルトキハ、B C D Eノ各ノ
 活塞ハ、ト等シキ力ニテ外部ニ押シ出サルルモノナリ、若
 シB C D Eノ各ノ活塞ノ面積ガAノ面積ノ二倍ニ等シキ
 トキハ、2fナル力ニテ押シ出サルルモノナリ、故ニ「パスカル」

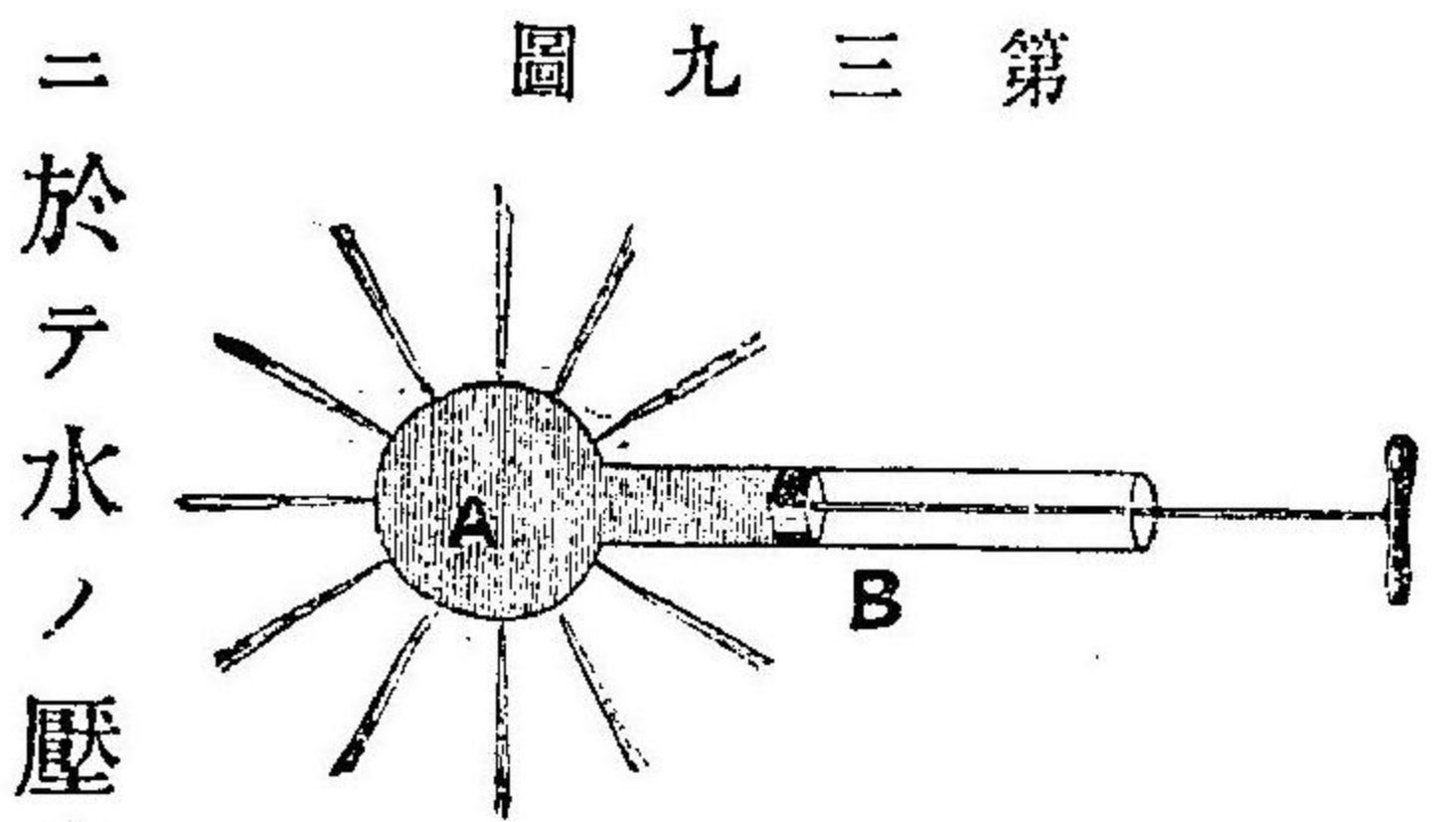
氏ノ定則ハ左ノ如シ。

液體ハ壓力ヲ諸ノ方向ニ傳達スルコトヲ得ルモノナリ。

(A及Bナル二ツノ活塞ヲ同時ニ各fナル力ニテ壓ストキ
 ハ其他ノ活塞ニ及ボス壓力如何)

實驗

第三九圖ノ如ク數多ノ小キ孔ヲ有スル空洞ノ球A



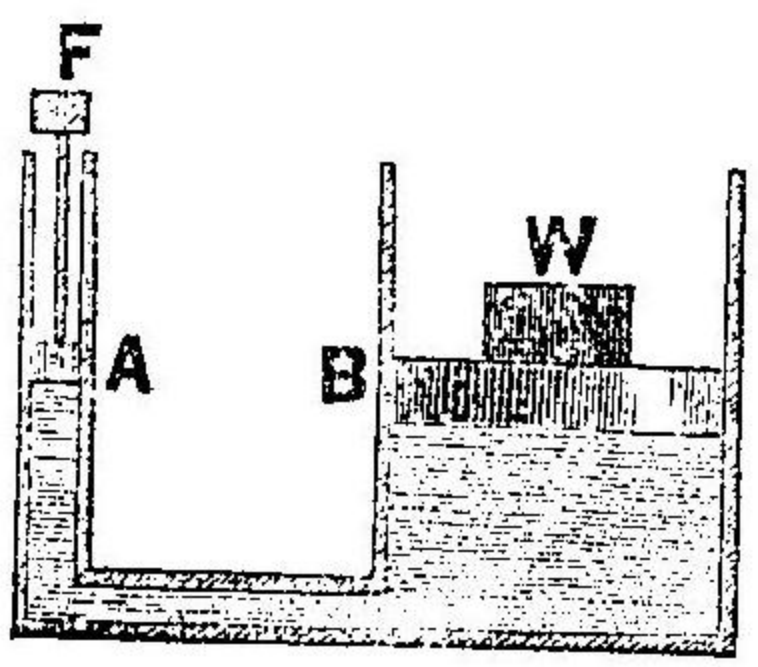
第三九圖

ニ一ノ活塞ヲ有スル圓筒狀ノ管Bヲ固著
 シタルモノニ水如何ナル液體ヲ入ルルモ
 差支ナケレドモ水ハ最モ普通ナルモノナ
 ルガ故ニ之ヲ用ユ、以後ノ實驗概皆然リヲ
 盛リ、今水平ノ位置ニ此器械ヲ保チテ活塞
 ヲ壓スルトキハ、A内ノ水ハ等シキ速度ヲ
 以テ諸ノ小孔ヨリ流出スベシ、是レ諸ノ孔
 ニ於テ水ノ壓力全ク等シキニヨル。

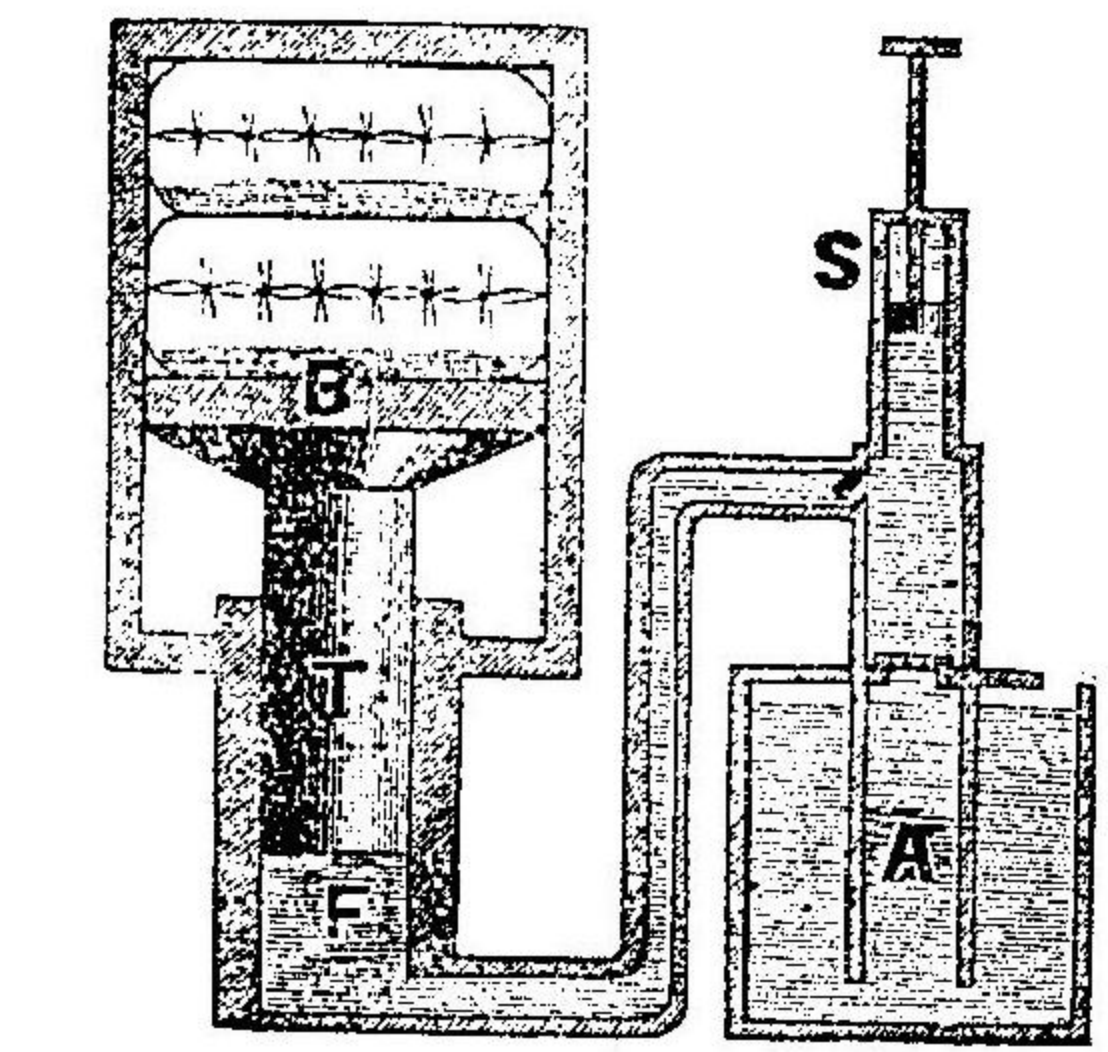
水壓機 (Hydrostatic press)

第四〇圖ニ示ス器ハA及Bナル二箇ノ活塞ヲ有シ、而シテBハAヨリ大ナルモノナリ、今此器ニ液體ヲ盛リFナル外力ニテAヲ壓スルトキ、Bノ上ニアルWヨリ大ナル重量Wハ上ルベシ、若シBノ面積ハAノ面積ノ n 倍ニ等シキトキ、FハBノ上ニFニ等シキ重量ヲ置ケバ互ニ平均スベシ。

第四〇圖



第四一圖

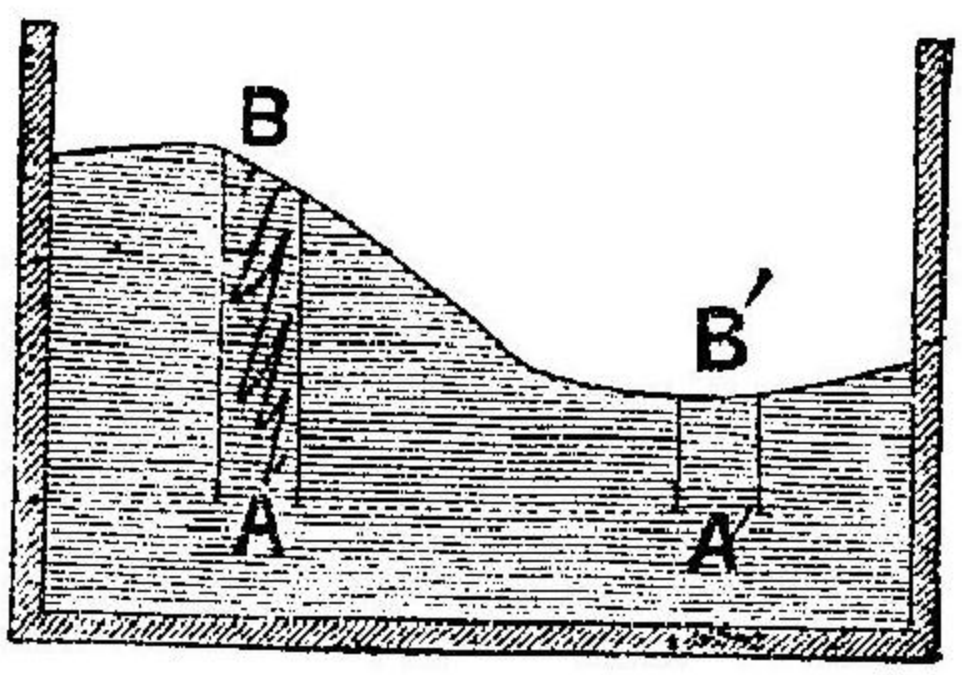


水壓機ハ此原理ヲ應用シテ製造シタルモノニシテ第四一圖ニ示スモノ是ナリ。圓筒内ニSナル活塞アリ、之ヲ上下スルトキハ、Aナル水桶ニアル水ハ圓筒内ニ入り遂ニFナル所ニ入り以テTナル金屬ノ圓柱ヲ

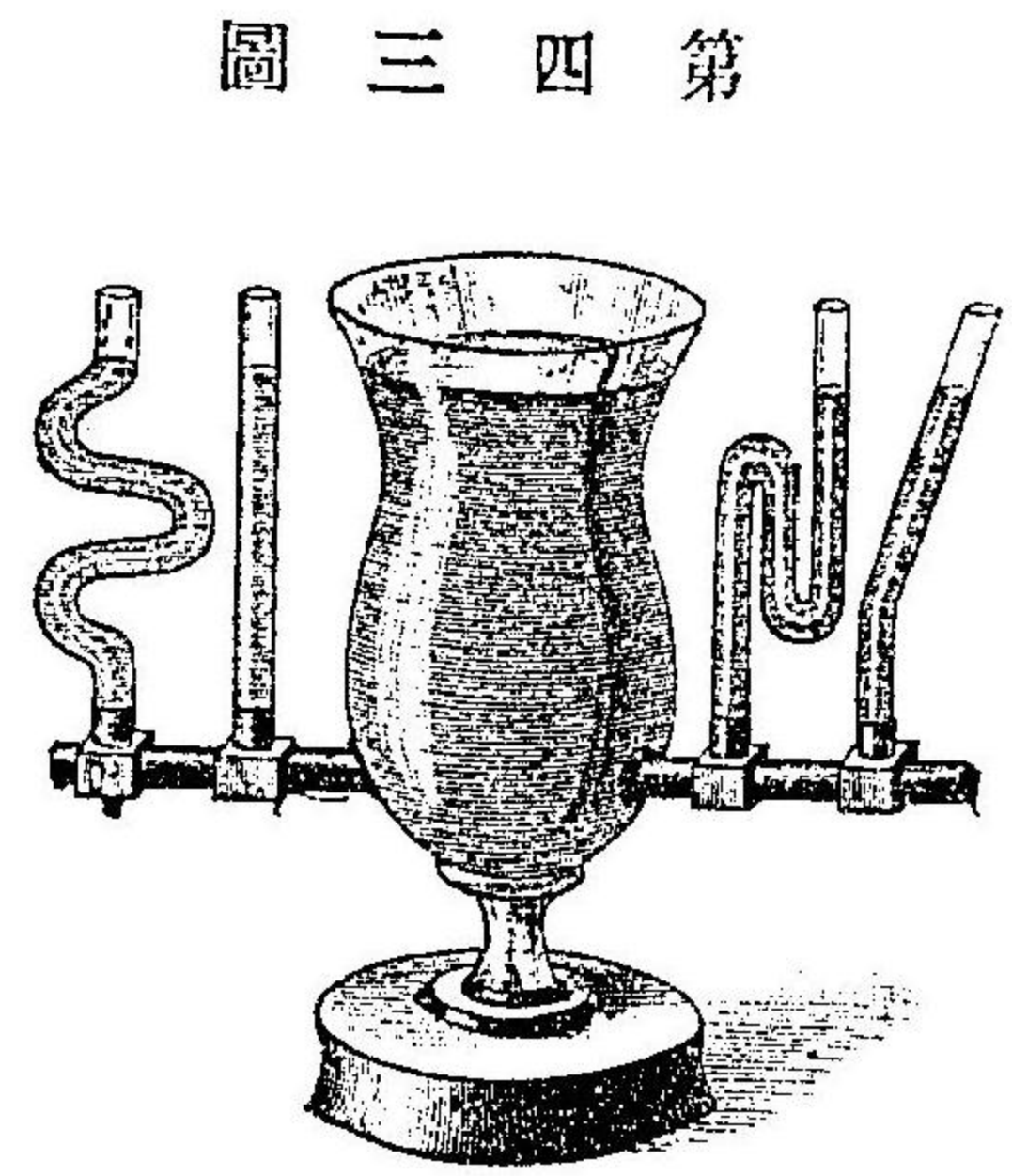
液體ノ平準 (Equilibrium of liquids)

液體ノ凝集力ヨリ小ナルガ故ニ、液體ノ分子ハ互ニ流動シ易キモノナリ。今一ツノ器ニ任意ノ液體ヲ入レ之ヲ動搖スレバ、其表面ハ瞬時BB'ノ如クナレドモ遂ニ水平面トナリテ平準スベシ、其理由ヲ述ベンニ、今任意ノ水平線AA'ヲ引クト假定スレバ、底面Aニ及ボス壓力ハ、液柱BAノ重量ニ等シ、又Aト等シキ底面ヲ有スルA'ニ及ボス壓力ハ、液柱B'A'ノ重量ニ等シ、然ルニ「パスカル」

第四二圖



氏ノ定則ニヨリAニ於ケル一點ノ壓力ハ諸ノ方向ニ於テ
相等シキガ故ニ液體ノ平準スルヤAトA'トノ壓力ハ互ニ
相等シカラザル可カラズ、詳シク言ヘバABトA'B'トノ高サ互
ニ相等シクシテ液體ノ表面ハ水平面ナラザル可カラズ。



圖三四第

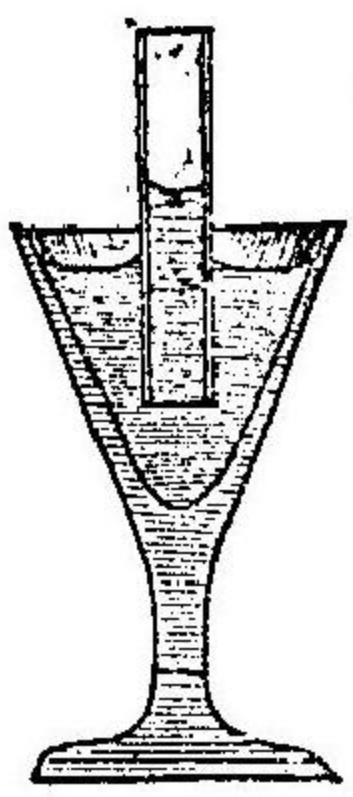
實驗 第四三圖ノ如キ下部ニ於
テ互ニ連通セル器ニ水ヲ入ルレ
バ、水ハ皆同シキ高サニ上ルベシ、
故ニ水道ノ水ノ地上ニ噴出スル
コトヲ得ルハ其水源ノ高所ニア
ルニ由ル。

五三

毛管現象 (Capillary phenomenon) 前章ニ述ベシガ如ク、液
體ノ表面ハ水平面トナリテ皆同シ高サトナレドモ、若シ直
徑小ナル細管ヲ採リテ液體ヲ盛リタル器中ニ入ルレバ、液

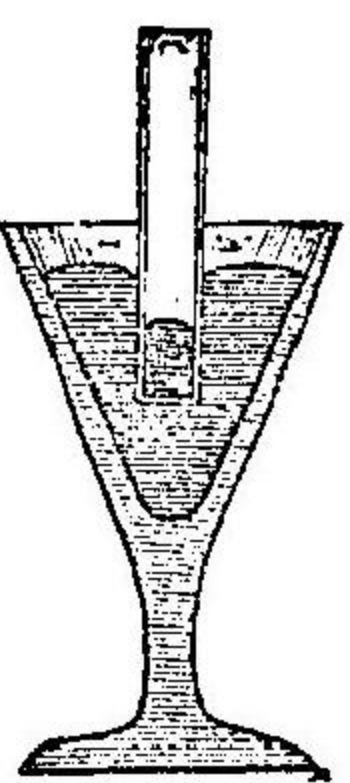
體ノ表面ハ凹面ヲ生ジ或ハ凸面ヲ生ジ且液體ハ其管ヲ上
リ或ハ下ル、若シ液體ガ固體ヲ濕ストキハ、例ヘバ水ト玻璃

圖四四第



トノ如シ、其液體ト固體トノ粘着力ガ、液
體自身ノ凝集力ヨリ大ナルガ故ニ、液體
ハ細管ヲ上リ、其表面凹狀ヲナスコト第

圖五四第



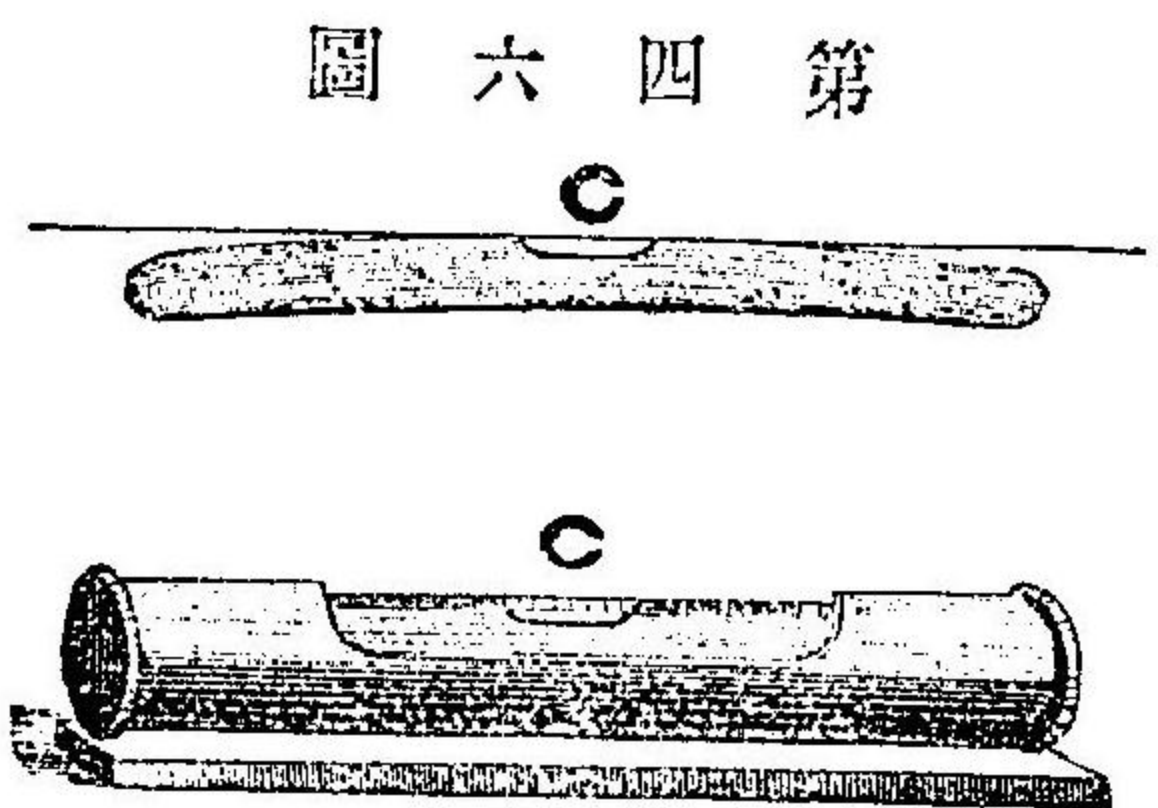
四四圖ノ如シ。之ニ反シテ若シ液體ガ固
體ヲ濕サザルトキハ、例ヘバ玻璃ト水銀
トノ如シ、其液體ト固體トノ粘着力ガ、液

體自身ノ凝集力ヨリ小ナルガ故ニ、液體ハ細管ヲ下リ、其表
面凸狀ヲナスコト第四五圖ノ如シ。之ヲ毛管現象ト云フ。

實驗 ニツノ場合ヲ水ト水銀トヲ以テ別別ニ試ミルベシ。
(海綿ノ水ヲ吸ヒ上ル理如何)

五四

泡準器 (Spirit level) 泡準器ハ稍屈曲セル玻璃管ニ、一小

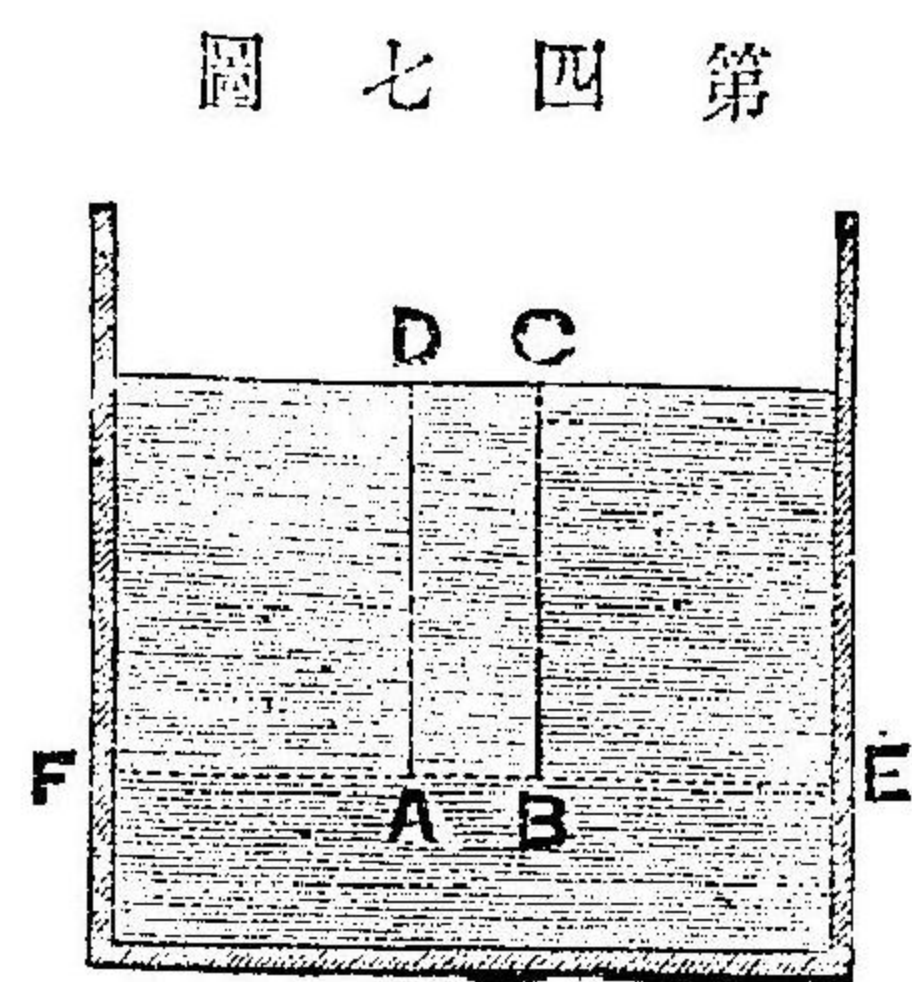


圖六四第

氣泡 C ヲ殘シテ、著色サレタル酒精或ハ「エーテル」ヲ充タシ、其中央部ヲ除キテ眞鍮ノ管ニテ被ヒタルモノナリ。之ヲ一ノ平面上ニ置キ、其氣泡が管ノ中央ニ來レバ其平面ハ泡準器ノ方向ニ於テ水平ナルヲ知ル、若シ其氣泡が中央ヲ離レテ一端ニ偏セバ、其端ハ他端ヨリ高キコトヲ知ル。

五五

液體ノ上壓及側壓 (Upward pressure and lateral pressure of liquid)

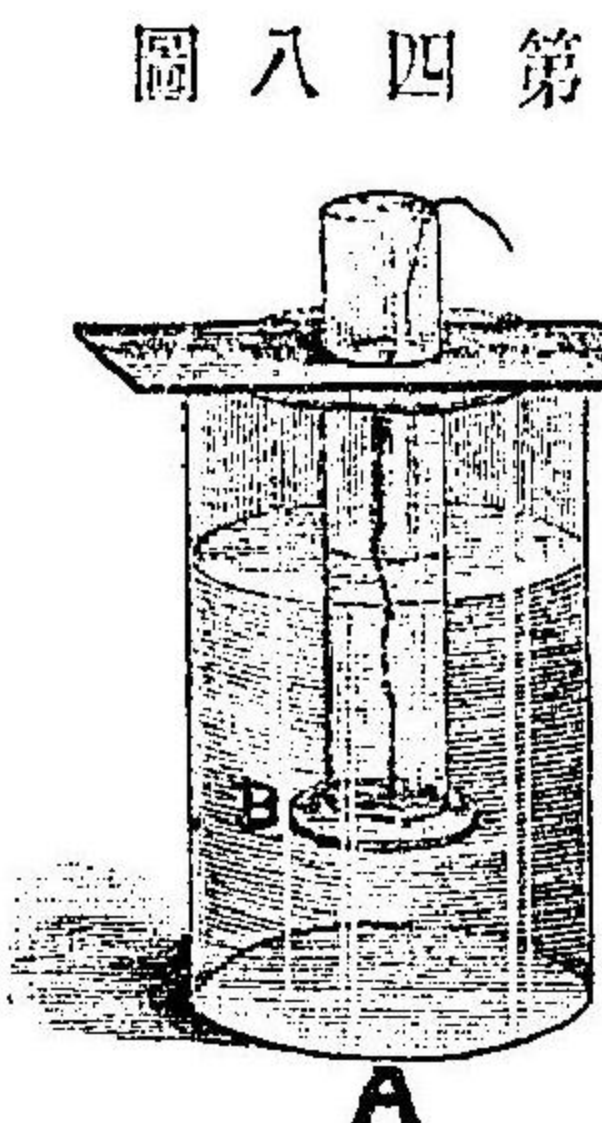


圖七四第

任意ノ器ニ任意ノ液體ヲ盛リ AB ナル一單位ノ面積ヲ考フルニ、此面積ニ及ボス下壓ハ ABCD ナル液柱ノ重量ニシテ、此壓力ハ諸ノ方向ヨリ及ボス壓力ニテ互ニ平均セザル可カラズ、而

シテ上方ニ及ボス壓力ヲ上壓ト云フ、故ニ此壓力ハ同一ノ水平面上ノ E 及 F ニ於テ器ノ側面ノ一單位ノ面積ヲ壓ス力ト等シカラザル可カラズ、此壓力ヲ側壓ト云フ。故ニ液體ノ上壓及側壓ハ液體ノ深サニ正比例ス、換言スレバ液體中ノ任意ノ水平面ニアル或面積ニ及ボス上壓、下壓或ハ側壓ハ、此面積ヲ底トシ其液柱ノ表面ヨリ其水平面迄ノ距離ヲ高サトシタル液柱ノ重量ニ等シ。

實驗 第四八圖ニ示ス如ク、A ナル玻璃ノ器ニ水ヲ盛り、兩

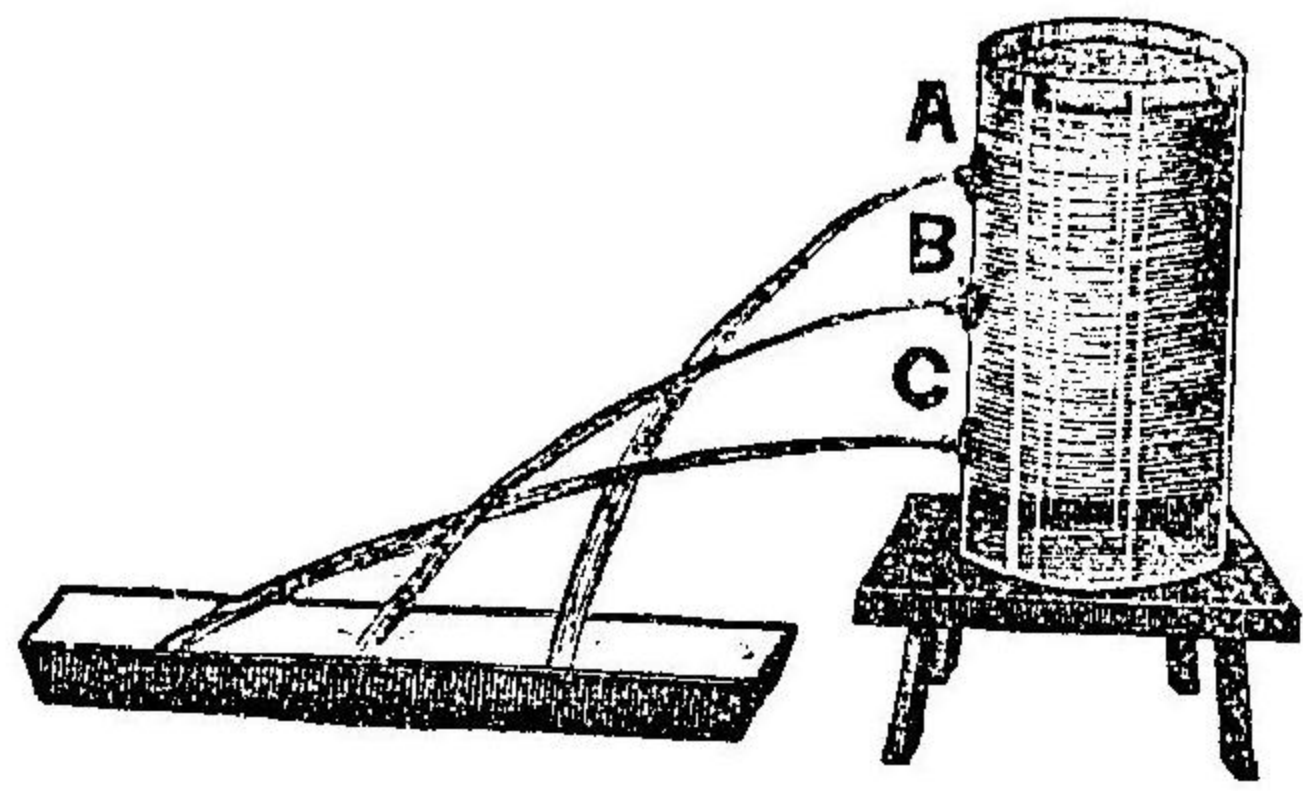


圖八四第

端開通セル玻璃管ノ一端ニ糸ヲ固著シタル金屬ノ圓板 B ヲ密著セシメテ、之ヲ水中ニ沈下スレバ糸ヲ離スモ圓板 B ハ落チザル可シ、是レ水ノ上壓力ノ作用ニアラズシテ何ゾヤ、今此管中ニ少シク水ヲ入ルル

モ B ハ落チザレドモ外ノ器ノ水面ト同ヅキ高サ迄水ヲ入
ルレバ、圓板自身ノ重量ニヨリテ直ニ落
下スベシ。

圖九四第

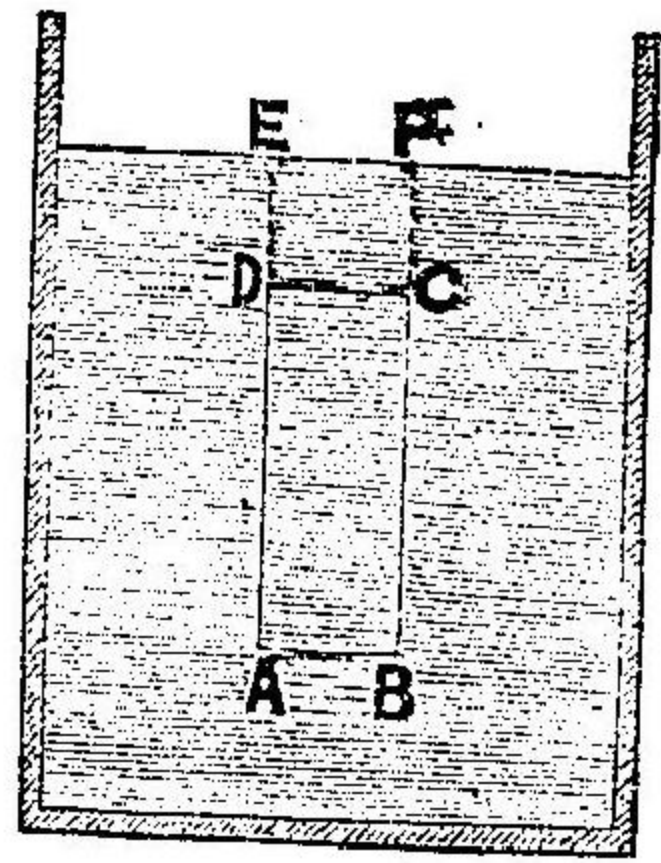


實驗 第四九圖ニ示ス如ク、A B C 等ノ
如キ小サキ孔ヲ有スル圓筒狀ノ器ニ水
ヲ盛レバ、水ハ直ニ諸ノ孔ヨリ流出スベ
シ、而シテ下部ニアルモノハ、水ノ壓力大
ナルガ故ニ水ハ遠方ニ達スベシ。

五六

液體ノ浮力 (Buoyancy of liquids) 水中ニ於テ石ヲ上グ

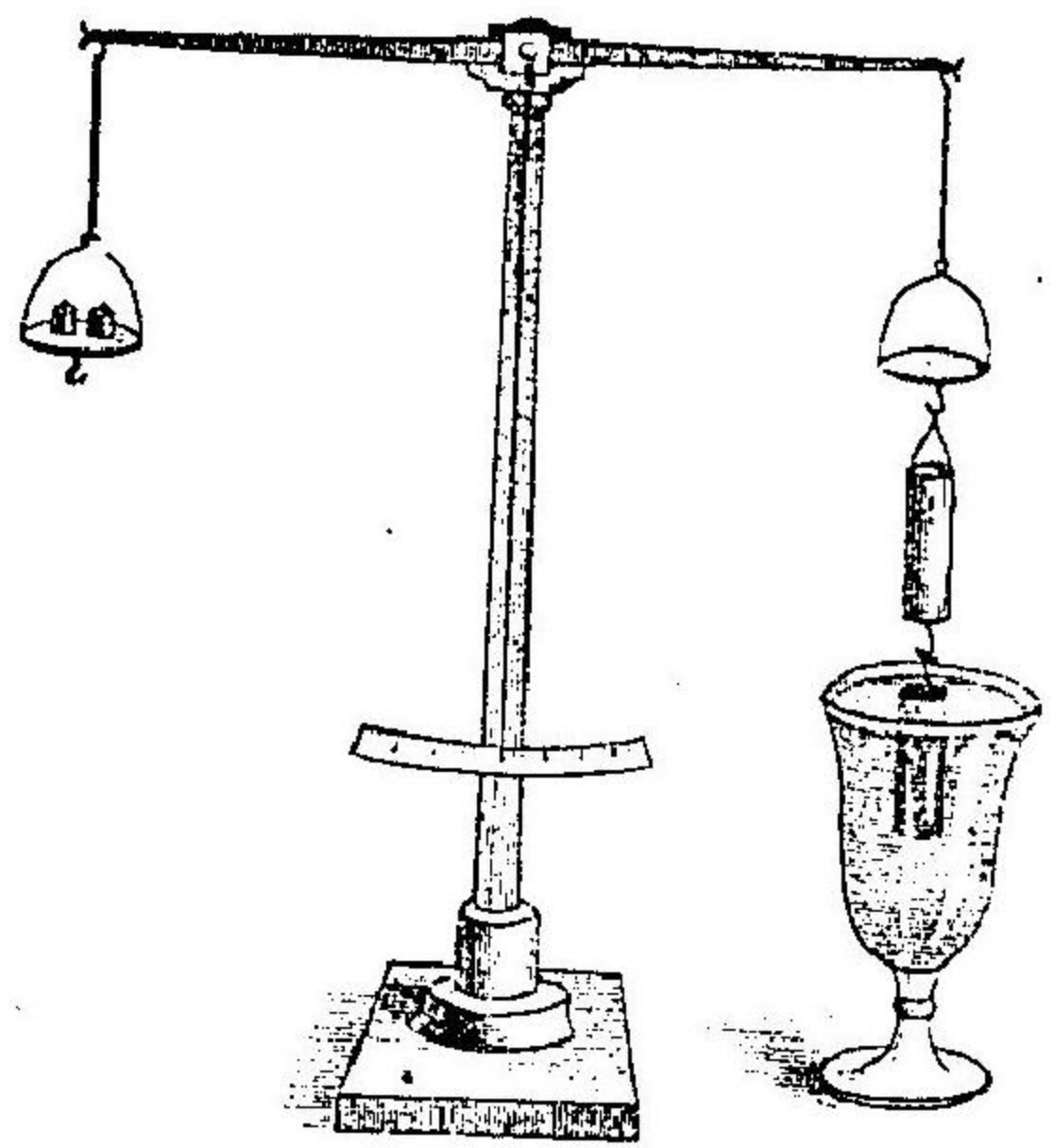
圖〇五第



レバ空氣中ニ於テスルヨリ輕シ、又洗
湯ノ一ノ側ヲ手ニテ握リ己ノ兩足ヲ
上グレバ身體ヲ容易ニ上グルコトヲ
得ベシ、是レ水ノ浮力アル所以ナリ、今

其理ヲ説明センニ任意ノ液柱 ABCD ヲ考フルニ、AB 面ニ及
ボス下壓ハ ABFE ノ液柱ノ重量ニ等シ、而シテ CD 面ニ及ボ
ス下壓ハ CDEF ノ液柱ノ重量ニ等シ、故ニ AB ニ於ケル上壓
ハ CD ニ於ケル下壓ヨリ大ナルコト ABCD ナル液柱ノ重量
ニ等シ、故ニ若シ ABCD ナル物體アリト假定セバ、此物體ニ
液體ノ及ボス浮力ハ、ABCD ト同容積ノ液體ノ重量ニ等シ。
故ニアルキメデス氏ノ定則ニ曰ク、
固體ヲ液體中ニ入ルレバ、其固體ノ重量ハ、其固體ガ排斥ス
ル其液體ノ重量ニ等シキ重量ヲ減ズベシ。換言スレバ、固體
ニ及ボス液體ノ浮力ハ、之ト同容積ノ液體ノ重量ニ等シ。
實驗 天秤ノ一端ニ金屬ノ空洞ナル圓筒ヲ懸ケ、其直下ニ
之ト密嵌スル金屬ノ圓柱ヲ懸ケ、而シテ天秤ノ他端ニ分銅
ヲ置キテ平均セシメ、然ル後其圓柱ヲ水中ニ沈ムレバ、最早

圖一五第



平均ヲ失ヒテ圓柱ハ浮キ上ルベシ、之ヲ再ビ平均セシメンニハ、圓筒ニ水ヲ充サザル可カラズ、是レ全ク水ノ浮力ハ水中ニ沈メタル固體ト同容積ノ水ノ重量ニ等シキコトヲ示スモノナリ。

五七

(軍艦ノ海上ニ浮ブ理如何)

密度(Density) 密度トハ、一單位ノ容積中ニ含有セララル質量ヲ云フ、故ニ M ナ質量トシ V ナ容積トシ D ナ密度トスレバ、 $M = VD$

五八

比重(Specific gravity) 物體ノ比重トハ、其物體ノ質量ト之レト同容積ノ純粹ノ水其溫度ハ攝氏四度トス後章ニ詳カ

ナリ)ノ質量トノ比ナリ。換言スレバ其物體ノ密度ト水ノ密度トノ比ニ等シ。左ニ最モ普通ノ物體ノ比重ヲ掲グレバ

- 白金二二、〇七 鉛一一、四七 鐵七、七八
- 氷〇、九二 純粹水一 水銀一三、六 硫酸一、八四
- 酒精〇、八 エーテル〇、七二

五九

固體ノ比重測定 (Measurement of the specific gravity of solids) 比重ヲ求メントスル固體ノ重量ヲ天秤ニテ測

リ、然ル後第五一圖ニ示ス如ク、其固體ヲ純粹ノ水中ニ沈メテ幾何ノ重量ヲ減ズルカヲ見出セバ、次ノ式ニテ固體ノ比重ヲ知ルコトヲ得ベシ。即チ固體ノ比重ヲ P トシ、 w ナ其固體ノ重量トシ、 w' ナ其固體ヲ水中ニ沈メタルトキ減シタル重量トセバ、
$$P = \frac{w}{w - w'}$$

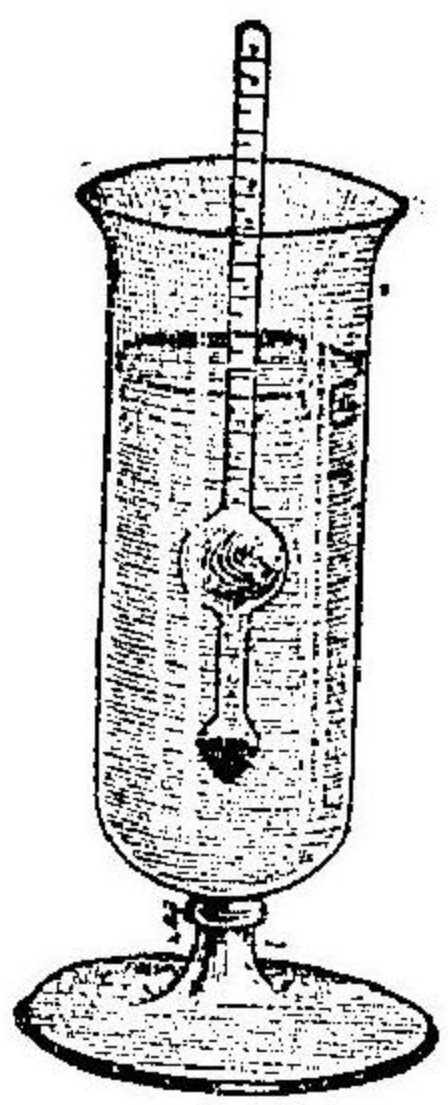
(空氣中ニテ重サ「グラム」アル固體ガ純粹ノ水中ニテ七

「グラム」トナレバ其固體ノ比重如何)

液體ノ比重測定 (Measurement of the specific gravity of liquids) 液體ノ比重ハ比重計 (Hydrometer) ト名ヅクルモ

ノニテ容易ニ測定スルコトヲ得ベシ、左ニ最モ普通ナル「ボイメ」氏ノ比重計ヲ述ベントス、此物ハ第五二圖ニ示ス如ク、

圖二五第

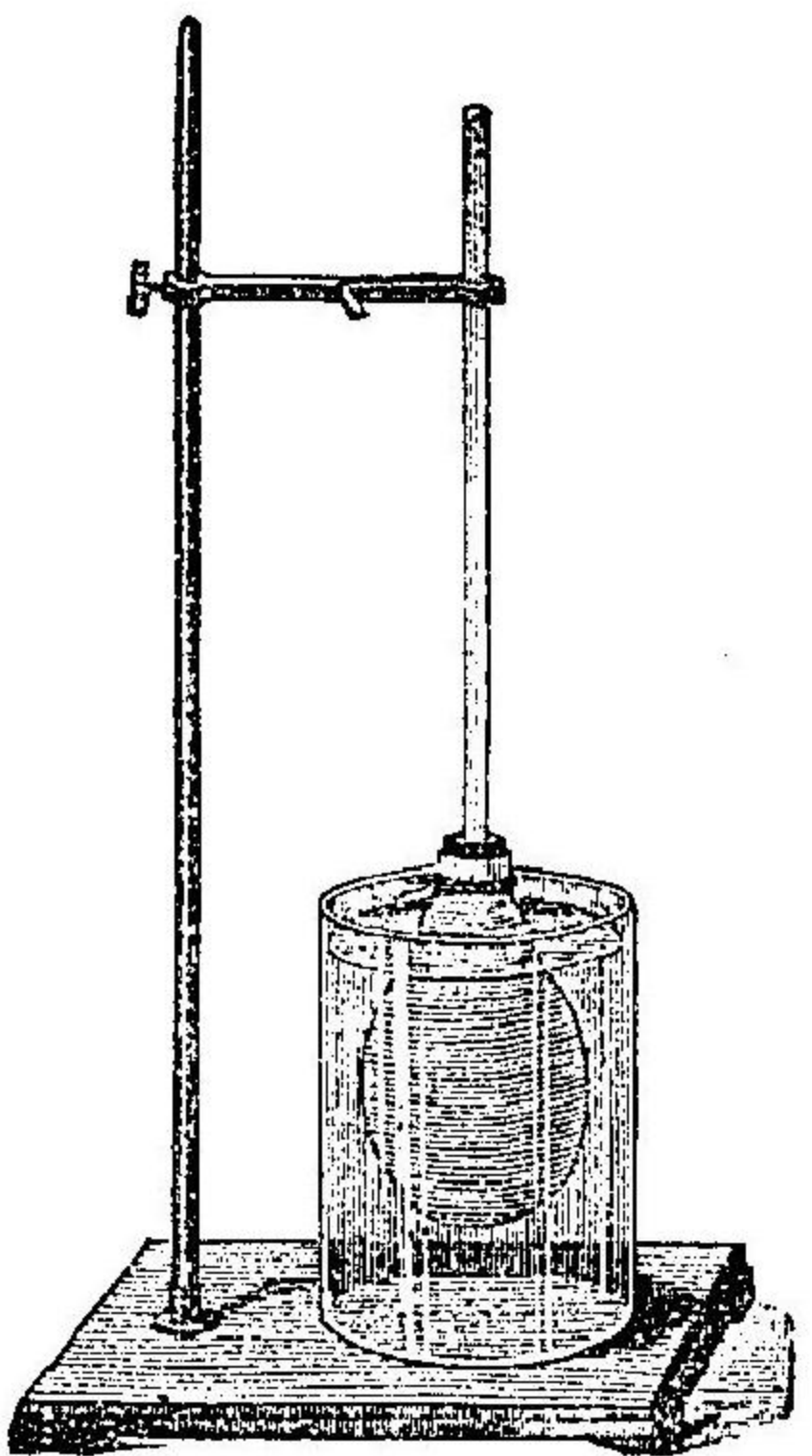


玻璃管ノ中部及下部ニ膨脹セル部分アリ、其下部ニ水銀ノ如キ重キ物ヲ入レ上部ノ管ニ度数及其度数ニ

相當スル比重ノ數ヲ刻セルモノアリ。此比重計ニハ水ヨリ重キ液ト輕キ液トヲ測ル二種アリ。今比重ヲ求メント欲スル液體中ニ此比重計ヲ浮ベテ何度迄沈ミシカヲ見レバ、其度数ノ側ニ於テ直ニ比重ノ數ヲ得ルナリ。若シ比重ノ數ヲ刻セザルモノアルトキハ「ボイメ」氏ノ表ヨリ比重ヲ知ルコトヲ得ベシ。

滲透 (Osmosis) 膀胱ノ如キ薄膜ヲ隔テテ、互ニ溶解スルコトヲ得ル兩液ヲ入ルレバ、兩液ハ此膜ヲ通過シテ互ニ交雜スベシ、之ヲ滲透ト云フ、而シテ其交雜スル分量ハ液ノ種類ニ由リテ大ナル差違アルモノナリ。

圖三五第

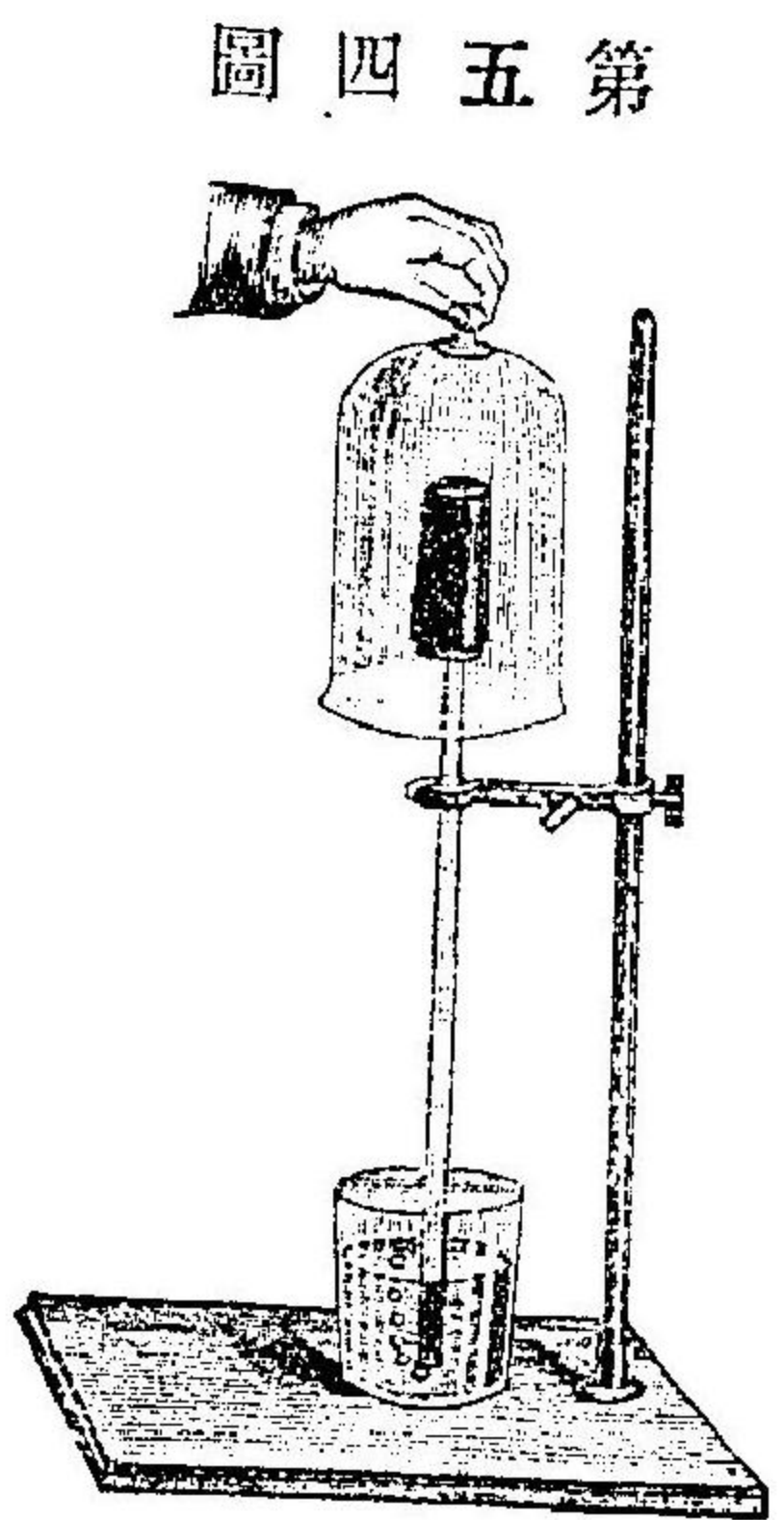


實驗 第五三圖ノ如ク、兩口罎ヲ取り上口ニ木栓ト玻璃ノ細管トヲ插入シ、下口ニ膀胱ヲ張り、之ニ砂糖水ヲ入レ、而シテ別ニ水ヲ

入レタル器中ニ之ヲ沈メテ滲透ヲ見ルベシ。

氣體ノ擴散 (Diffusion of gas) 氣體ノ分子間ノ距離ハ、固體或ハ液體ヨリ大ナルガ故ニ、氣體ノ凝集力ハ頗ル小ニシテ其ノ各分子ハ皆自由ニ運動スルコトヲ得ベシ、此故ニ相

異ナル二種ノ氣體ヲ別別ニ二ツノ器ニ入レ、其口ヲ互ニ接
觸スレバ、是等ノ氣體遂ニ混合ス、之ヲ氣體ノ擴散ト云フ。
實驗 素燒ノ口ヲ木栓ニテ閉ヂ之ニ細キ玻璃管ノ一端ヲ



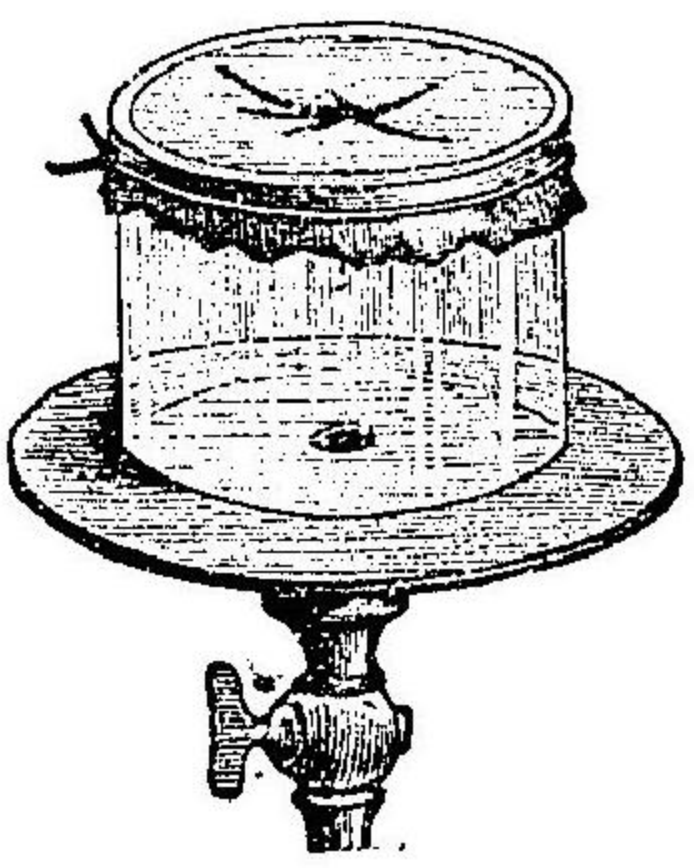
圖四五第

挿入シ而シテ此玻璃管ノ他
端ヲ著色シタル液中ニ置キ、
上部ノ素燒ヲ更ニ大ナル玻
璃鐘ニテ覆ヒ、其鐘内ニ水素
ヲ充タセバ、水素ト素燒内ノ
空氣トハ素燒自身ヲ通過シテ互ニ擴散スベシ、然レドモ水
素ノ擴散性ハ空氣ヨリ大ナレバ、氣泡ハ液中ニアル管端ヨ
リ逃去スルヲ見ルベシ。然レドモ一タビ玻璃鐘ヲ取り去レ
バ、水素ハ素燒ヨリ外ニ出ヅルガ故ニ著色サレタル液ハ管
中ヲ上ルベシ。

大氣 (Atmosphere) 吾人ノ生存スル地球上ニハ常ニ空氣

ト稱スルモノアリテ之ヲ包圍ス、然レドモ、地上ヲ距ルニ從
ヒテ空氣漸漸稀薄トナリ幾何ノ高サニテ全ク盡クルヤ未
ダ詳ナラズト雖モ凡ソ二十里乃至八十里ノ間ニアリト云
フ、而シテ其成分ハ酸素、窒素、アルゴン、少量ノ炭酸瓦斯及水
蒸氣ヨリナリテ、是等ノ諸ノ氣體ハ擴散性ニヨリテ互ニ混
合セルモノナリ、之ヲ大氣ト云フ。大氣ハ物質ノ一種ニシテ
重量アルガ故ニ地上ノ諸物體ニ壓力ヲ及ボスモノナリ。
實驗 兩口開通セル玻璃器ノ一ノ口ニ膀胱ヲ張リ、他ノ口

圖五五第



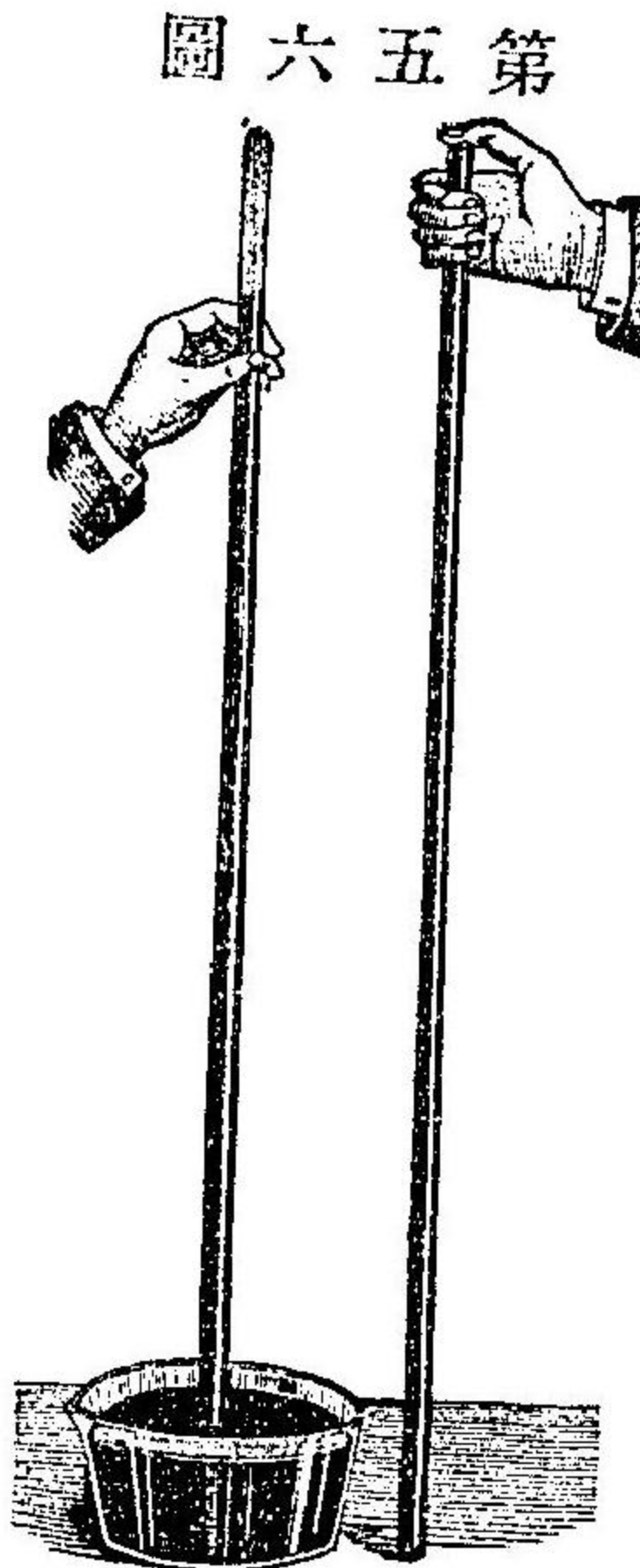
ヲ排氣機ノ臺ニ密著セシメ、其内部ノ
空氣ヲ排除スルヤ否ヤ膀胱忽チ破裂
スベシ、是レ玻璃器ノ内部ニ空氣存在
スルトキハ壓力内外互ニ平均スレド

モ、内部ノ空氣ヲ排除スルトキハ外部ノ空氣ノミガ膀胱ニ
大ナル壓力ヲ及ボスニ由ル。

六四

(吾人ハ大氣ノ壓力ヲ蒙ルモ其壓力ヲ感セズ其理如何)
氣壓計 (Barometer)

長サ凡ソ三尺餘ナル一端閉ヂタル
強キ玻璃管ヲ取り、之ニ全ク水銀ヲ充タシ、而シテ空氣ノ殘
ラヌヤウ開キタル一端ヲ指ニテ塞ギ、之ヲ水銀ヲ盛リタル



器中ニ倒立セシムレバ、其
管中ノ水銀少シク降下ス
ベシ、今器中ノ水銀面ヨリ

管中ノ水銀柱ノ高サヲ測
レバ、凡ソ七十六「センチメートル」即チ凡ソ二尺五寸許ナル
コトヲ知ル、而シテ玻璃管ノ上部ハ全ク真空ナレバ、是ノ水
銀柱ノ重量ト大氣ノ壓力ト相互ニ平均スルコト明ナリ、之

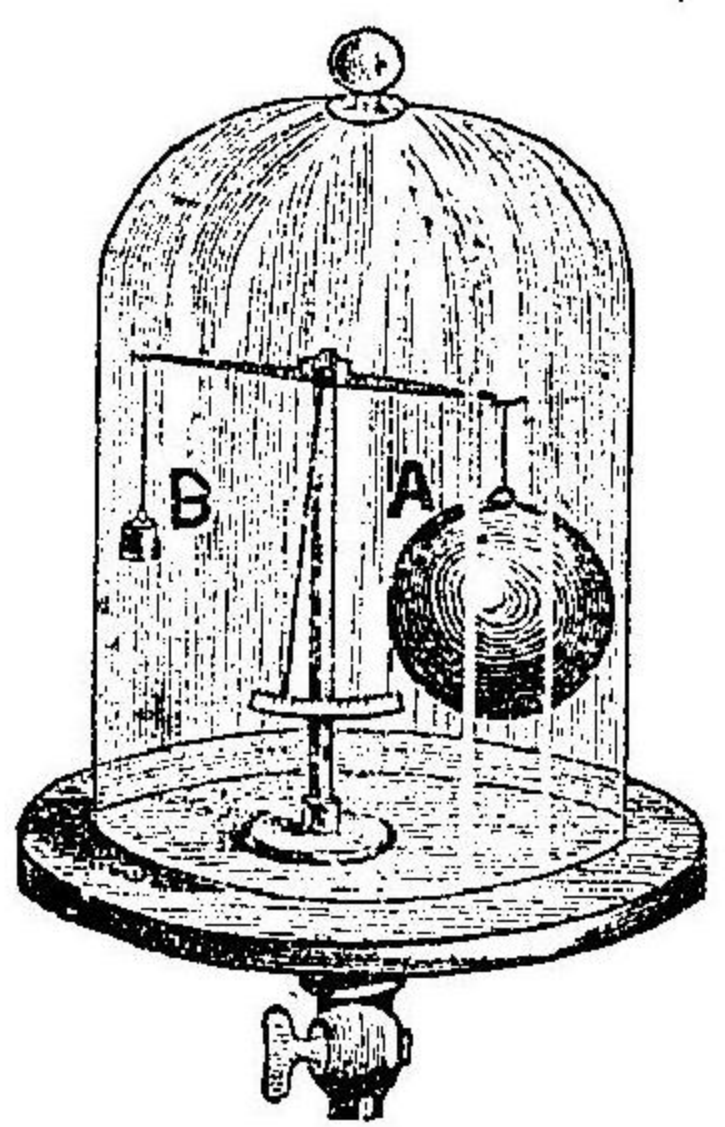
チ氣壓計ト云フ。水銀柱ノ高サ七十六「センチメートル」ノ壓
力チ一氣壓ト云ヒ、之ニ二倍ノ壓力ヲ二氣壓ト云フ、餘ハ之
ニ準ズ。一氣壓ノ壓力ヲ特ニ標準ノ壓力ト云フ。上ニ論ズル
如ク水銀柱ノ高サハ大氣ノ壓力ニテ保支セラルルガ故ニ、
土地ノ高低或ハ大氣ノ狀況ニヨリテ氣壓計ノ高サニ變化
アルコト勿論ナリ。元來水蒸氣ノ重量ハ空氣ヨリ輕キガユ
エニ、大氣中ニ多量ノ水蒸氣存在セル時、例へバ雨天ノ前後
或ハ雨天中ハ氣壓計ノ高サ低ク、之ニ反シテ晴天ノ時ハ水
蒸氣少ナキガ故ニ、氣壓計ノ高サ高キヲ通常トス、斯ク氣壓
計ノ高サハ天氣ノ模様ニ大ナル關係アルガ故ニ、トキトシ
テハ之ヲ晴雨計ト稱ス。近年我國ニ於テモ、天氣豫報ト稱シ
テ豫シメ天氣模様ヲ前知スルニ至レリ、今其大略ヲ述ブレ
バ、各縣ニ設置サルル諸ノ測候所ニテ、毎日午前六時午後二

時午後九時ノ三回ニ氣壓ヲ測定シテ直ニ之ヲ東京中央氣象臺ニ電信ヲ以テ報知スルナリ然ルトキハ此處ニテ日本全國ノ地圖ノ上ニ等シキ壓力ノ場處ヲ曲線ニテ連結スレバ空氣ハ高キ壓力ノ場處ヨリ低キ壓力ノ場處ニ向テ流動シテ風ヲ生ズルヲ知ルナリ。若シ壓力ノ差大ナルトキハ暴風ヲ生ズルガ故ニ豫メ其場處ニ向テ警戒ヲ加フルモノナリ。

六五

氣體ノ浮力 (Buoyancy of gases) 氣體ハ液體ト同シク、アルキメデス氏ノ定則ニ從ヒテ浮力ヲ他ノ物體ニ及ボスモノナリ。

第五圖



實驗 第五七圖ノ如ク、空氣中ニ於テ金屬ノ空洞ノ球 A ト内部ノ充實セル重量 B ト互ニ平均セシメタル

モノヲ排氣機内ニ入レ、靜ニ空氣ヲ排除セバ、A ハ少シク降下スベシ、是レ、空氣存在スルトキ A ニ及ボス浮力ハ B ニ及ボス浮力ヨリ大ナルニ由ル。

六六

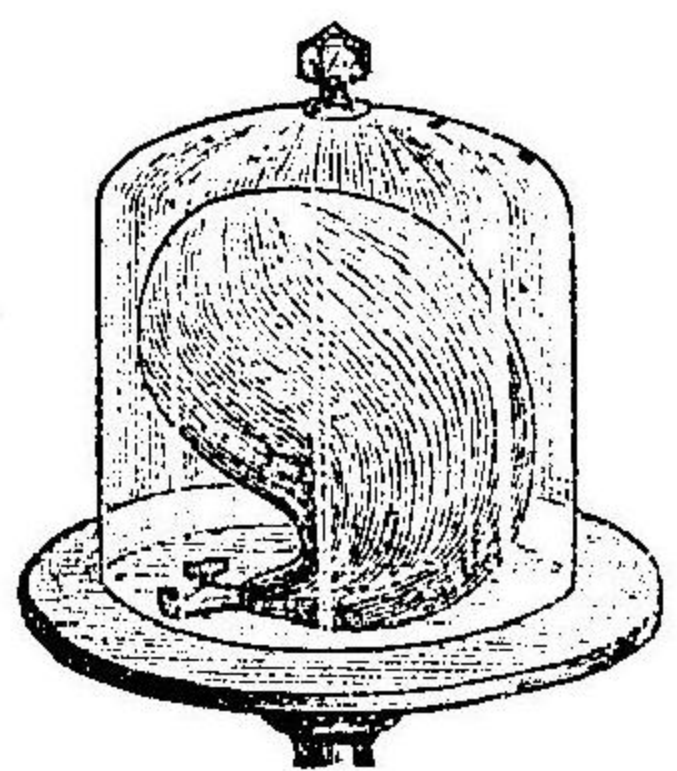
輕氣球 (Balloon) 輕氣球ハ空氣ノ浮力ヲ應用シタルモノニシテ、一ノ大ナル袋ノ中ニ水素或ハ石炭瓦斯ノ如キ空氣ヨリ輕キモノヲ入レタルモノナリ故ニ、輕氣球全體ノ重量ト空氣ノ浮力ト相等シクナル迄空中ニ上ルコトヲ得ルナリ。若シ下降セント欲スルトキハ、之ニ乘リタル人ハ石炭瓦斯ヲ外へ漏泄セシメ、別ニ傘ノ如キモノヲ開キ、之ヲ保持シテ安全ニ地上ニ下ルコトヲ得ベシ。近年英國ニテ輕氣球ヲ以テ地上三萬五千尺ノ高サ迄上リシモノアリト云フ。

氣體ノ膨脹 (Expansibility of gas) 氣體ノ分子ハ皆自由ニ運動シテ互ニ相反撥スルガ故ニ、外部ヨリ壓力ヲ及ボス

モノナキトキハ能ク膨脹スルコトヲ得ルモノナリ、是レ氣體ハ固體液體ト大ニ性質ノ異ル所以ナリ。

實驗 一箇ノ膀胱ニ少シク空氣ヲ殘シテ其口ヲ糸ニテ緊

第五八圖



著シタルモノヲ排氣機内ニ入レ、空氣ヲ排除セバ、膀胱ハ漸漸膨脹スレドモ、空氣ヲ入ルレバ、再ビ收縮シテ故ノ状態ニ復ス。

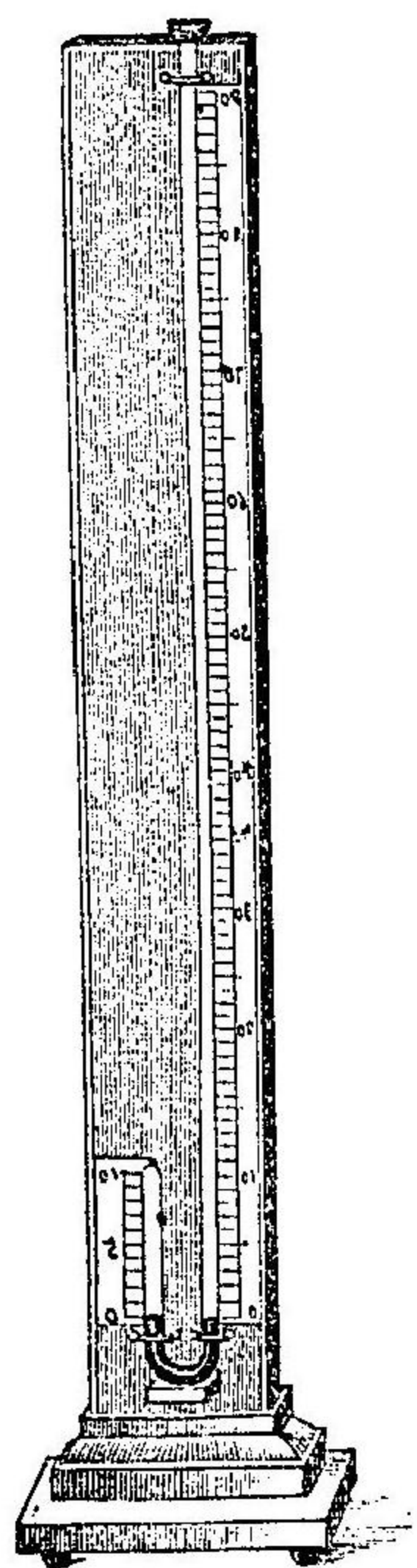
實驗 一箇ノ活塞ヲ有スル金屬ノ管ヲ取り、手ノ力ニテ活塞ニ壓力ヲ加フレバ管内ノ空氣ハ收縮スレドモ、壓力ヲ去レバ再ビ膨脹ス。

六八

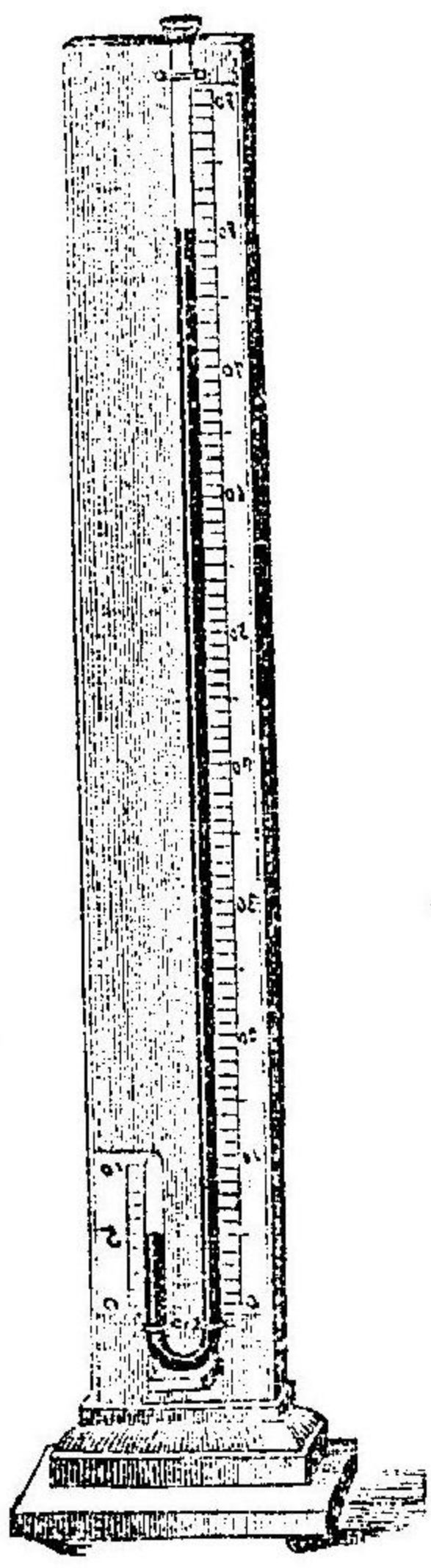
「ボイル及マリオット」氏ノ定則(Boyle and Mariotte's Law) 氣體ノ容積ハ其壓力ニ反比例ス。

實驗 第五九圖ノ如キ一端開キ他端閉ヂタル玻璃ノ曲管

第五九圖



第六〇圖



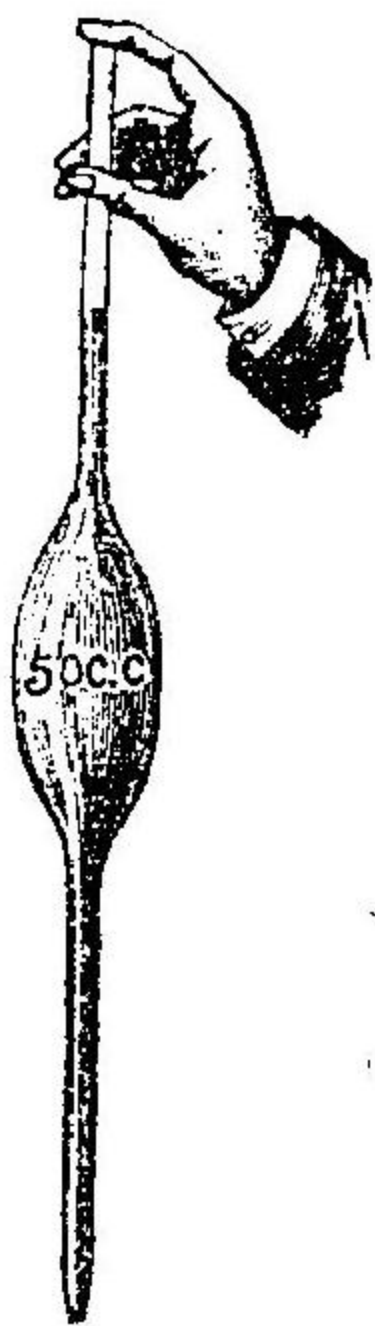
ヲ取り之ニ水銀ヲ入レ、短脚ト長脚トノ水銀ヲ同シ高サニ至ラシメ、次ニ第六〇圖ノ如ク短脚中ニ閉ヂ込メラレタル空氣ノ容積ガ元ノ半分ニ減ズル迄長脚ニ水銀ヲ入ルベシ、然ルトキ其空氣ノ壓力ハ兩脚ノ水銀ノ高サノ差ノ重量ト大氣ノ壓力トノ和ニ等シ。

六九

吸液管(Pipette) 吸液管ハ中央ニ球狀ノ部分ヲ有スル兩端相開キタル玻璃ノ管ニシテ、甲ノ器ニアル液ノ少量ヲ乙

第三編 流體ニ就キテ

圖一六第

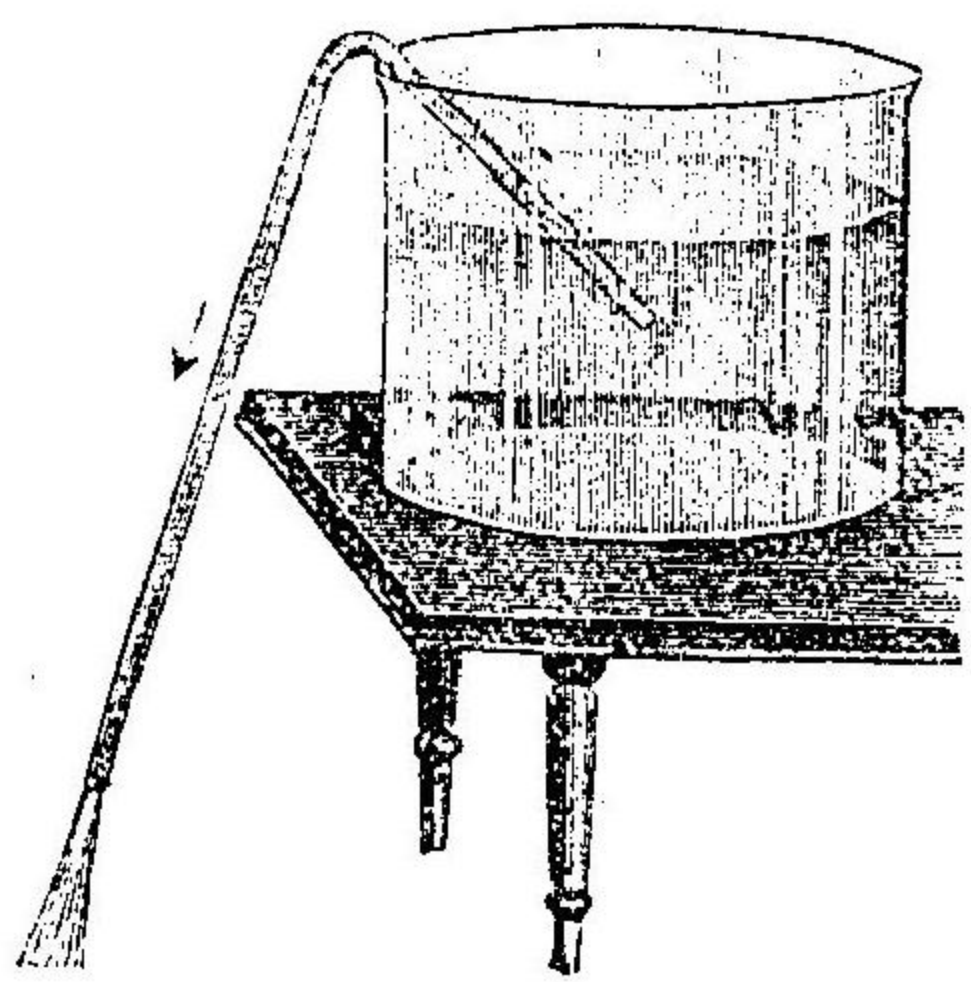


ノ器ニ移スコトヲ得ルモノナ
 リ、今吸液管ノ下端ヲ甲ノ器中
 ニ沈メ其上端ヲ口ニテ吸フト
 キハ管中ノ空氣ノ壓力減ズルガ故ニ甲ノ器ノ液ハ管中ニ
 上ル、此時管ノ上端ヲ指ニテ閉ヂ以テ乙ノ器ニ移シテ指ヲ
 去レバ管中ノ液ハ乙ノ器ニ入ルモノナリ。

七〇

「サイフホン」(Siphon) 「サイフホン」ハ兩端開キタル長短

圖二六第



兩脚ヲ有スル管ニシテ、高所ノ液ヲ低
 所ニ移スニ用キラル、今短脚ヲ高所ニ
 アル器ノ液ニ入レ、長脚ヨリ管中ノ空
 氣ヲ吸フトキハ、管中ニ真空ヲ生ズ、而
 シテ液ハ真空ヲ充タサンガ爲メニ管
 中ニ入ル、一旦管中ニ入ルトキハ液體

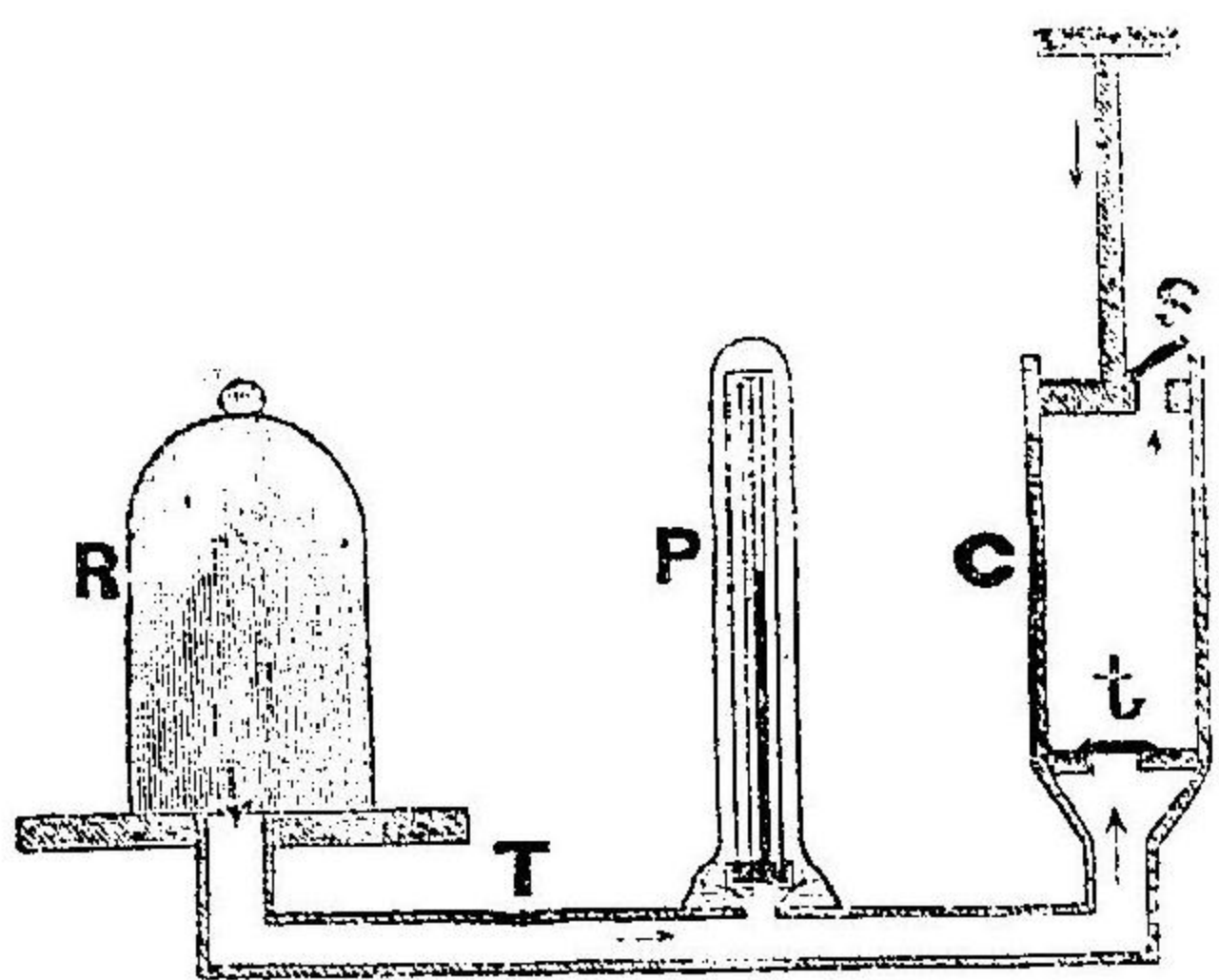
七一

ノ平準ノ理ニ基キ液ハ忽チ高所ヨリ低所ニ流下スベシ。
 (「サイフホン」ノ兩脚相等シキトキハ液體流出スルヤ否ヤ)

實驗 「サイフホン」ヨリ水ノ流出スルコトヲ試ミルベシ。

「空氣ポンプ」(Air pump) 「空氣ポンプ」ハ一名排氣機ト稱
 シテ空氣ヲ排除スルニ用ユルモノナリ、其構造ヲ説明セン

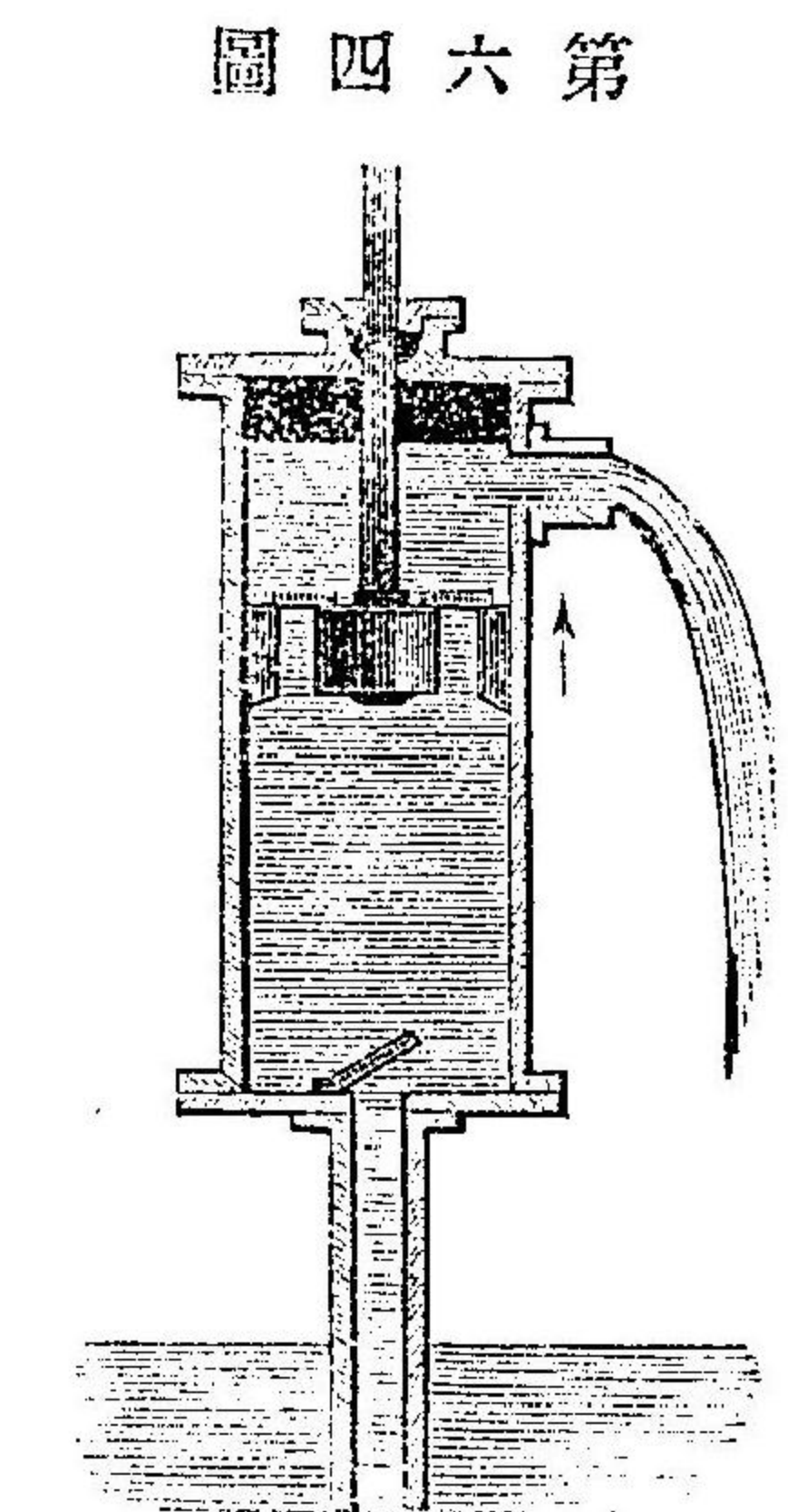
圖三六第



ニ、空氣ヲ排除セント欲スル玻璃鐘
 Rハ金屬ノ圓板ニ密著ス、此圓板ノ
 中心ヨリ管Tニテ金屬ノ圓筒Cニ
 連続ス、此圓筒ノ底部ニ上方ニ開ク
 瓣あり、又Cニ密嵌シテ上方ニ開
 ク瓣Sヲ有スル活塞アリ、若シ活塞
 ヲ上グレバ之ニ附著セル瓣ハ閉ヂ
 圓筒ノ底部ノ瓣ハ開キ鐘内ノ空氣

七三

膨脹シテ活塞ノ下部ニ至ルベシ、次ニ活塞ヲ下グレバ之ニ附著セル瓣Sハ開キ底部ノ瓣ハ閉ツ故ニ活塞ノ下ノ空氣ハ活塞ノ上ニ至リ遂ニ外部ニ逃レ出ツベシ、此ノ如ク活塞ヲ幾回モ上下スレバ空氣ヲ排除シ極メテ稀薄ナラシムルコトヲ得ベシ。而シテ玻璃鐘ニ連續セル小形ノ氣壓計Pヲ以テ鐘内ノ幾何ノ空氣ガ排除セラレシカヲ檢定スルヲ得ベシ。



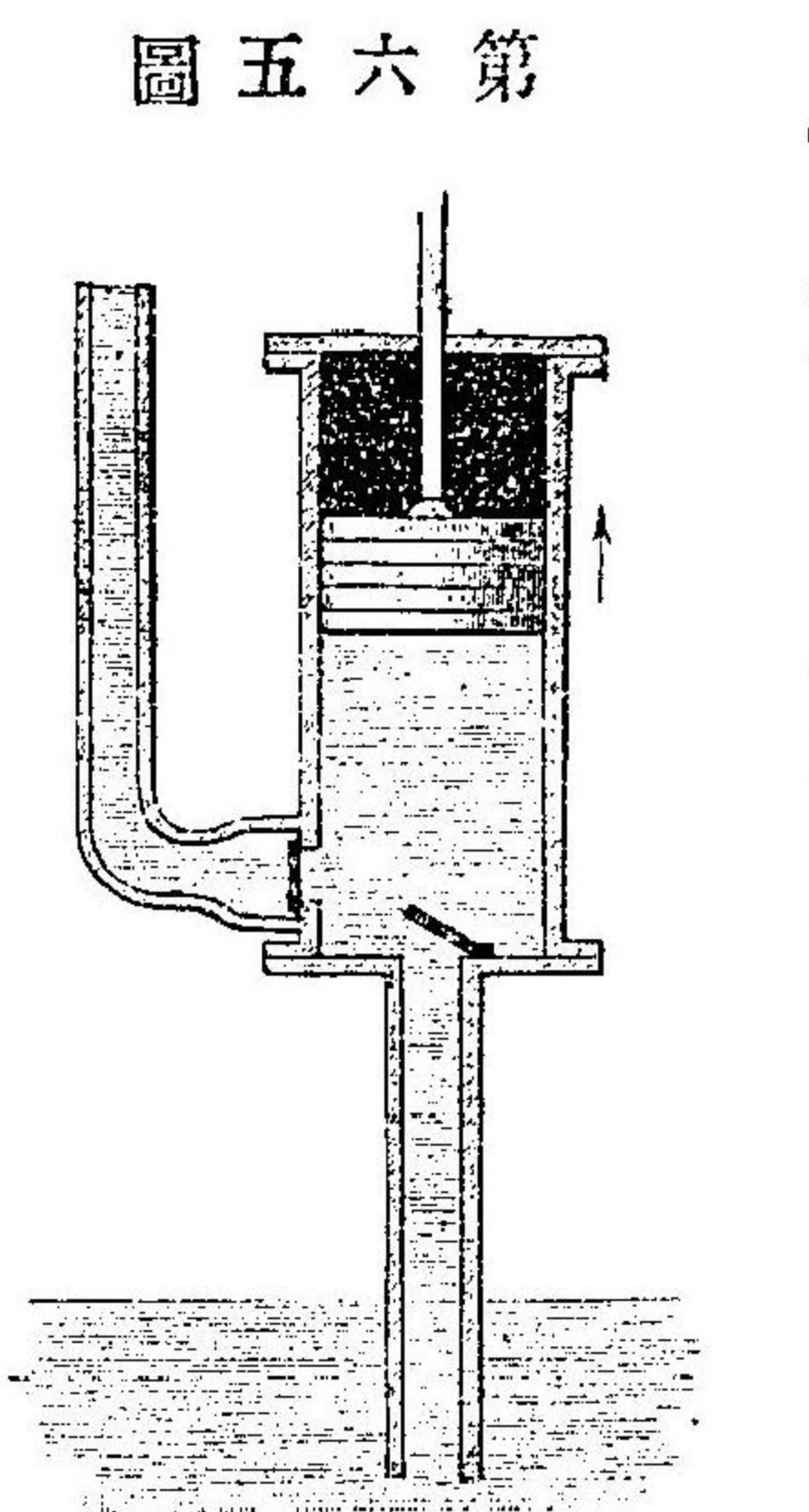
圖四六第

吸上ポンプ(Suction pump) 吸上ポンプハ排氣機ノ圓筒部ト同シ原理ニシテ、圓筒ニ密嵌シテ上方ニ開ク瓣ヲ有スル活塞アリ、其底部ニ上方ニ開ク瓣アリ、又圓筒ノ底ニ連續セル長管アリテ吸ヒ上ゲント欲スル水中ニ入ル、今活塞ヲ二三回上下

七三

スレバ圓筒及管ノ内ハ空氣稀薄トナルヲ以テ大氣ノ壓力ニヨリテ水ハ遂ニ圓筒ニ入ルベシ、此時活塞ヲ下セバ活塞ノ下ノ水ハ之ニ附著セル瓣ヲ開キテ活塞ノ上ニ至ルベシ、次ニ活塞ヲ上グレバ管中ノ水ハ活塞ノ下ニ入ルト同時ニ活塞ノ上ニアル水ハ外部ニ流出スベシ。

「吸上及壓搾ポンプ」(Suction and force pump) 「吸上ポンプ」ニ於テハ、元來大氣ノ壓力ニヨリテ水ハ圓筒ニ入ルモノ

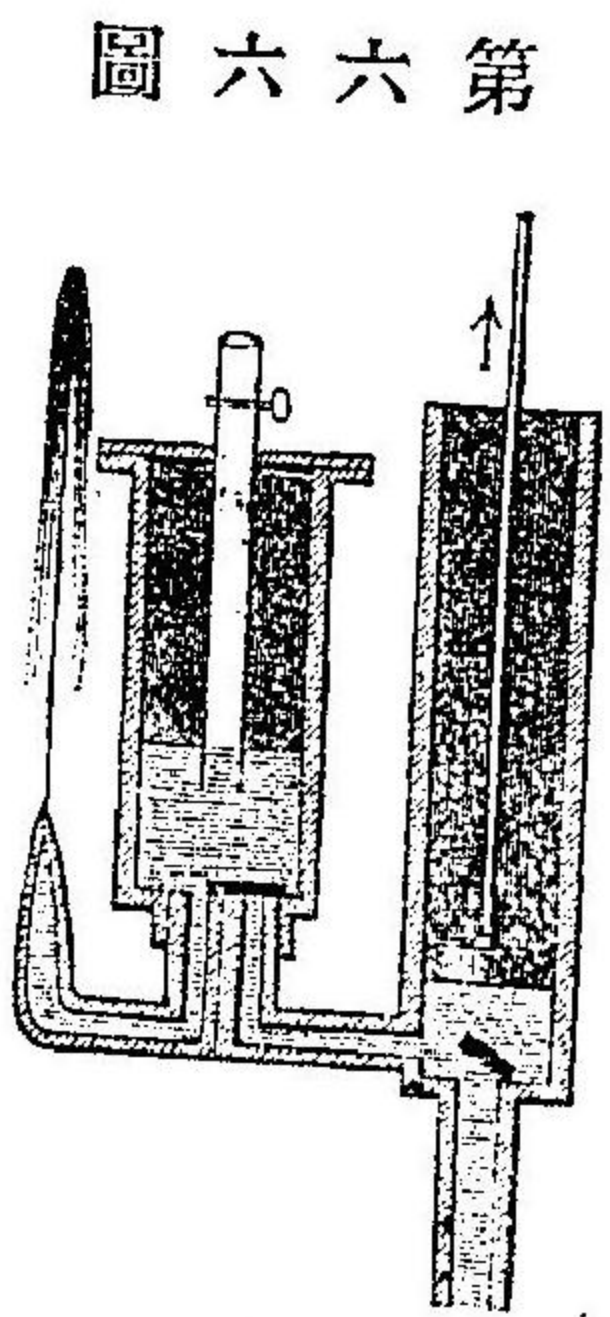


圖五六第

ナルガ故ニ、水ハ凡ソ二尺五寸ノ十三倍ノ高サニ昇ルコト能ハズ。斯ル場合ニ「吸上及壓搾ポンプ」ヲ用ユ、此種ノ「ポンプ」ハ、圓筒ノ側部ニ一箇ノ

瓣ヲ有スル(水ノ逆流ヲ防グ役目ヲナス)管アリ、今一ノ瓣ヲ

有セザル活塞ヲ上グレバ水ハ圓筒ニ上ルベシ、而シテ活塞
ヲ下グレバ圓筒内ノ水ハ管中ノ瓣ヲ開キテ管中ヲ上ルベ
シ、水ノ管中ヲ上ル高サハ活塞ニ加フル壓力ノ大ナルニ從
テ増スモノナリ、然レドモ活塞ヲ下グル時ノミ水ハ管端ヨ



第六圖

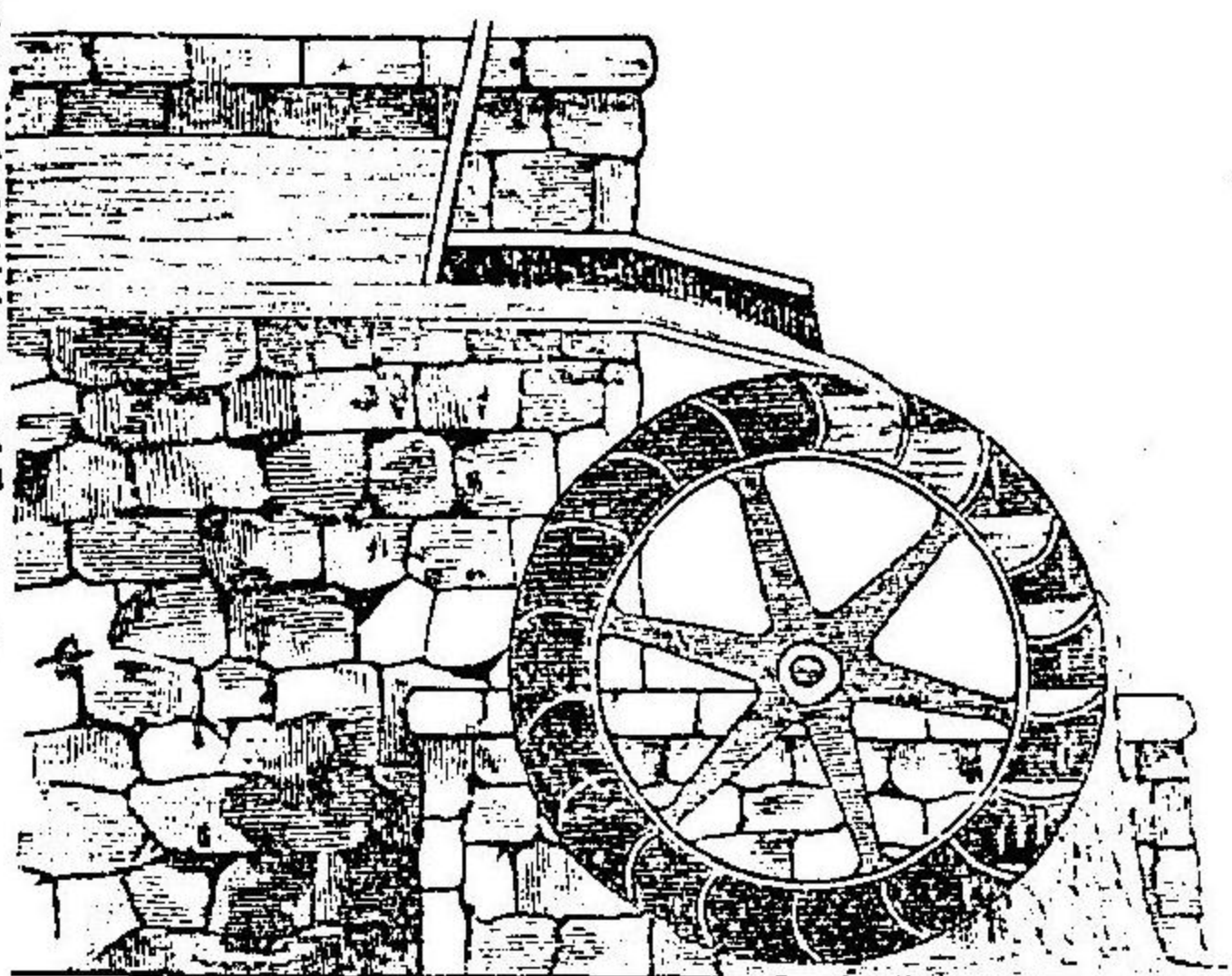
リ流出スルノミニシテ水ハ斷ヘ
ズ流出セズ、因テ第六六圖ノ如ク、
更ニ氣室(Air chamber)ト名ヅクル空
氣ヲ閉ヂ込メタル一ノ閉器ヲ設
クレバ、水ハ一旦瓣ヲ開キテ其氣室ニ入り其内ニアル空氣
ヲ收縮ス、然ルトキハ氣室ニ入りタル水ハ收縮サレタル空
氣ノ膨脹力ニヨリテ斷ヘズ管中ヨリ流出スベシ。
水車(Watar wheel) 水ノ流下スル垂直ノ高サヲ落差(Head)
ト稱ス、今ルニテ落差ヲ示シ、 w ニテ水ノ分量ヲ示セバ、水ノ

七四

有スル勢ハ wh ニ等シ、實業ニテハ特ニ之ヲ水力(Water power)
ト稱ス。河川ニテハ其長サ一哩ニ付キ落差凡ソ三吋ナルモ、
流水ノ速度ハ大ニシテ毎時數哩ナリト云フ、但シ流水ノ速
度ハ河川ノ中央ニ於テ大ニシテ、其岸、底及表面ニ於テハ小
ナルモノナリ。(其理如何)而シテ水車ハ水力ヲ應用シテ器械
的仕事ヲナスモノニシテ、大別スレバ三種トナル(一)上射車

七五

第六七圖



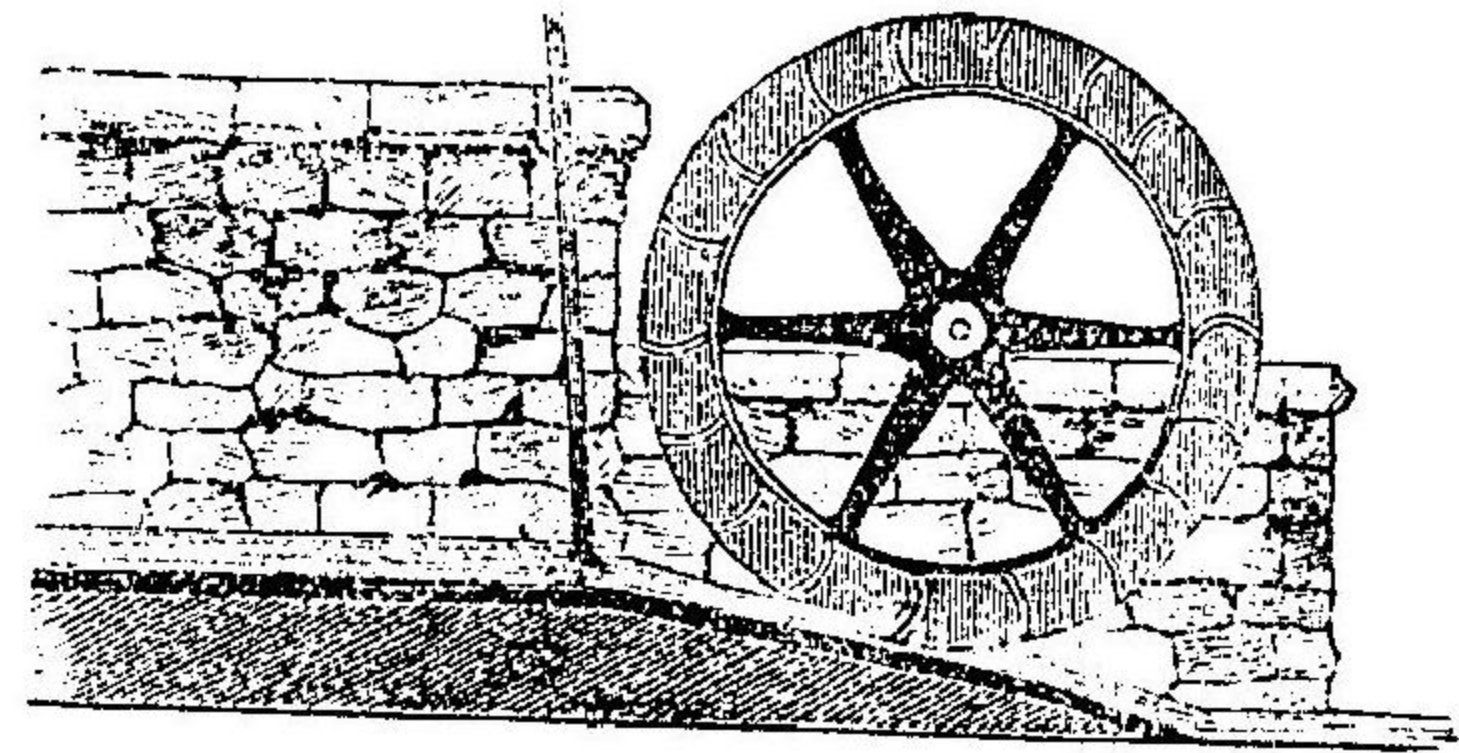
第三編 流體ニ就キテ

(二)下射車(三)胸射車是レナリ。
(一)上射車(Overshot wheel) 第六
七圖ハ上射車ニシテ水ハ水車ノ上
部ニ落ツ、故ニ名ヅク、是ハ重ニ落差
少ナケレドモ水ノ分量多キ場合ニ
用キラル。

(二)下射車(Undershot wheel) 第六

七六

第 六 八 圖



八圖ハ下射車ニシテ水ハ水車ノ下部ニ落ツ故ニ名ツク、是ハ重ニ水ノ落差多ケレドモ水ノ分量少キ場合ニ用キラル。

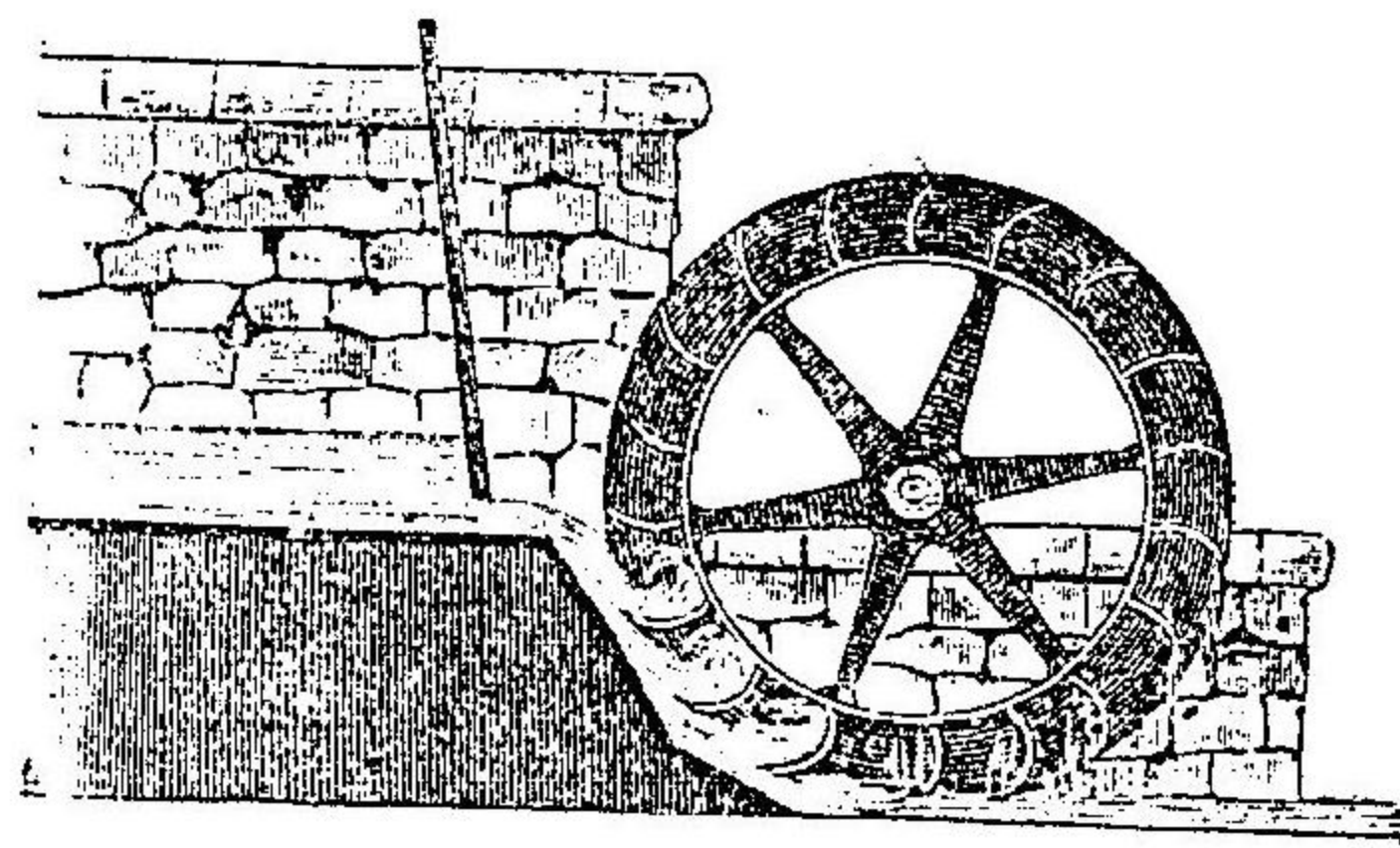
(三)胸射車 (Breast wheel) 第六九圖ハ胸射車ニシテ水ハ水車ノ中部ニ落ツ故ニ名ツク、是ハ重ニ水ノ落差及水ノ分量共ニ

第三編ノ問題

(1) 第四〇圖ノAノ面積ハ二平方インチ、

Bノ面積ハ一〇平方インチニシテ其上ニ重サ三「ポンド」ノ物體ヲ載セタルトキFノ力ハ幾何

第 六 九 圖



ナルヤ

(2) 吸取紙ガ墨汁ヲ吸ヒ上ゲル理如何

(3) 何故ニ泡準器ノ玻璃管ハ中部ニ於テ少シク屈曲スルヤ

(4) 深サ一〇〇〇尺ノ海底ニ於テ一平方尺ノ面ガ受クル

壓力如何但シ海水ノ比重チ一・〇三トス

(5) 軍艦ガ排斥スル海水ノ重量ハ軍艦自身ノ重量ニ等シキ

コトヲ説明セヨ

(6) 四五度ノ「アルコール」トハ如何ナルコトヲ意味スルヤ

(7) 地上ニ於テ發生スル炭酸瓦斯ハ酸素及窒素ヨリ重キニ

モ拘ハラズ大氣中ニ浴ク廣ガル其理如何

(8) 一氣壓ハ一平方寸ニ付キ幾貫目ノ壓力ニ等シキヤ

(9) 絹製ノ球形狀ノ輕氣球アリ空虛ノトキ其重サ六二・五「キ

五「キログラム」ヲリト云フ之ヲ充タスニ空氣ノ十三分ノ一ナル密度ヲ有スル不純ノ水素ヲ以テセバ其上騰力如何

(10) 氣體ノ壓力ハ密度ニ正比例スルコトヲ證セヨ

(11) 「サイフホン」ノ中ニ一旦空氣入レバ液體流出セズ其理如何

(12) 鉛ノ小片アリ其重サ五六、八九「グラム」ニシテ之ヲ酒精中ニテ秤レバ重サ五二、八四「グラム」トナル酒精ノ比重ヲ〇、八九六トセバ鉛ノ比重如何

第四編 熱 (Heat) ニ就キテ

七八

熱ノ本性 (The nature of heat) 一物體ヲ熱シテ其重量ヲ秤ルニ熱セザル前ノ重量ト毫モ異ルコトナシ、然ラバ熱ハ物質ニアラザルコト明ナリ。物體ノ地上ニ落チテ地面ニ衝

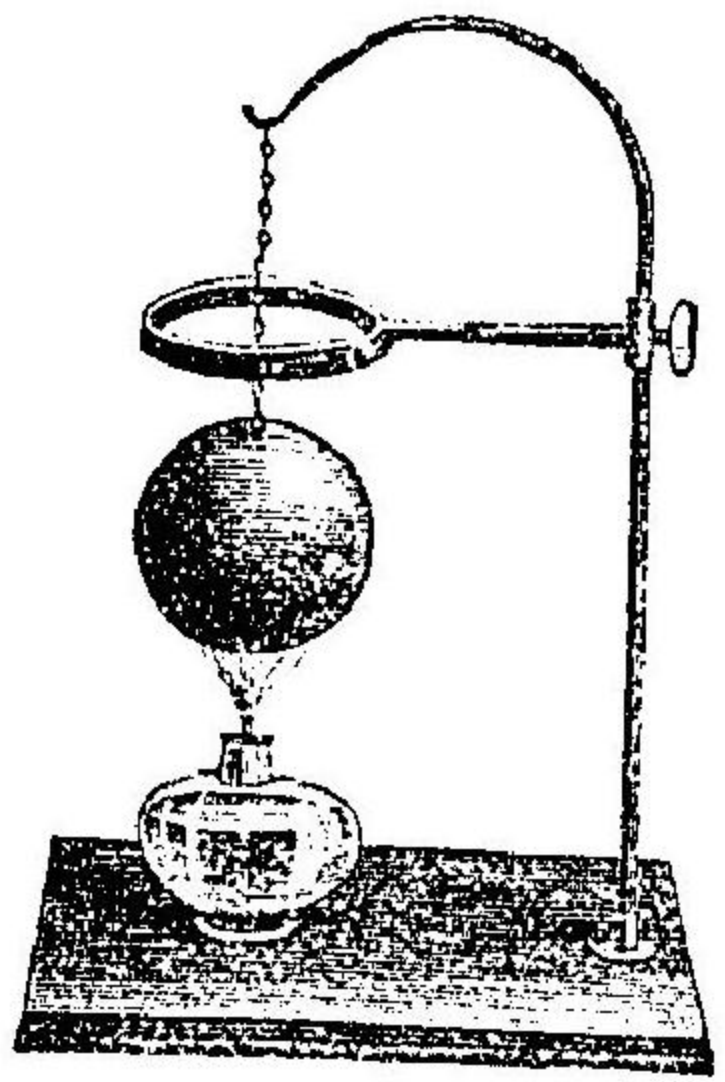
七九

突セバ熱ヲ生ズ、又吾人が摩擦力ニ反對シテ仕事ヲナストキ、或ハ鐵片ヲ以テ燧石ヲ打ツトキモ亦同シク熱ヲ生ズ、故ニ勢ノ不滅ノ定則ニヨレバ、此熱ハ勢ニアラズシテ何ゾ、即チ熱ハ物體ノ各分子ノ振動ニシテ顯勢ナリ。

膨脹 (Expansion) 物體ハ概ネ皆熱ヲ受クレバ膨脹スルモノナリ、是レ熱ハ分子ノ勢ナルガ故ニ、分子ノ振動ヲ激烈ニナシテ其分子間ノ空隙ヲ大ニスルニ因ル、吾人物體ノ膨脹ヲ應用スル場合頗ル多シ、例ヘバ藥品ノ罎等ノ栓ガ密著シテ抜き取ルコト能ハザルトキハ、罎ノ口ヲ熱スルカ又ハ熱湯中ニ之ヲ入ルレバ、罎ノ口膨脹スル故ニ容易ニ栓ヲ抜き去ルコトヲ得ベシ。

實驗 第七〇圖ノ如ク、丁度金屬ノ環ヲ通過スルコトヲ得ル金屬ノ球ヲ取り、酒精燈ニテ暫時之ヲ熱スレバ、球ハ膨脹

圖〇七第



スルガ故ニ最早環ヲ通過セザルニ至ルベシ然レドモ冷ユレバ再ビ通過スベシ。

部ヨリ之ヲ熱スレバ水ノ玻璃管ヲ上ルヲ見ルベシ。是レ熱ニヨリテ「フラスコ」及其内ニアル水共ニ膨脹スレドモ水ノ膨脹スルコト玻璃ヨリ更ニ大ナルニヨル。

實驗 膀胱ニ少シク空氣ヲ殘シテ緊著シ之ヲ火上ニテ熱スレバ膀胱内ノ空氣ハ頗ル膨脹スベシ然レドモ冷ユレバ忽チ收縮スベシ。

八〇

(鐵道ノ鐵軌ト鐵軌トノ接續點ハ少シク相離ル其理如何) 温度(Temperature) 暖キ物ト冷キ物トヲ相接スレバ熱ハ

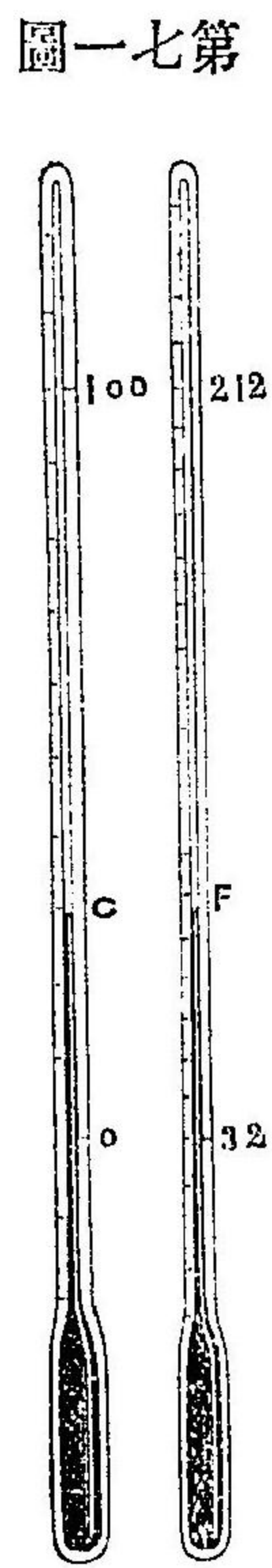
八一

前者ヨリ後者ニ移リテ平均スルコト恰モ流體ノ高キ壓力ノ所ヨリ低キ壓力ノ所ニ流レテ遂ニ壓力平均スルガ如シ然ルトキ前者ハ後者ヨリ温度高シト云フ。

寒暖計(Thermometer) 寒暖計ハ度数ヲ刻セル細キ玻璃

管ニシテ其下端ノ球狀部ニ酒精或ハ水銀ヲ充テ之ヲ以テ温度ヲ測ルモノナリ而シテ酒精ヲ充タスモノヲ酒精寒暖

計ト云ヒ水銀ヲ充タスモノヲ水



銀寒暖計ト云フ普通ニ用ユル水銀寒暖計ニ攝氏及華氏ノ二種アリ攝氏寒暖計ハ氷ノ融解スル温度ヲ零度トシ攝氏ノ零度ヲ特ニ標準ノ温度ト稱ス水ノ沸騰スル温度ヲ百度トシ其間ヲ百分シタルモノナリ故ニ一名百度計寒暖計ト稱シ學術上常ニ之ヲ用ユ又華氏寒暖計ハ氷ノ融解スル温

度ヲ三十二度トシ、水ノ沸騰スル溫度ヲ二百十二度トシ、其間ヲ百八十分シタルモノニシテ我國ニテ通常民間ニ用ユルモノ是レナリ。今攝氏ノ溫度ヲCトシ華氏ノ溫度ヲFトセバ、次ノ式ヲ得

$$100 : 180 :: C : F - 32 \therefore C = \frac{100}{180} \times (F - 32) \\ = \frac{5}{9} (F - 32) \quad (1)$$

$$\text{又(三)ヨリ } F = \frac{9}{5} C + 32 \quad (2)$$

此(1)及(2)ナル兩式ヲ以テ攝氏及華氏ノ溫度ヲ互ニ換算スルコトヲ得ベシ。

(人體ノ血液溫度ハ攝氏三十七度ナリ華氏ノ何度ニ當ルヤ) 實驗 一ノ寒暖計用ノ玻璃管ヲ取り其球狀部ヲ熱スレバ管内ノ空氣膨脹シテ稀薄トナル、冷ヘザル前ニ開キタル口ヲ指ニテ塞ギテ急ニ水銀ヲ盛リタル器ニ倒立セバ、管内ノ稀薄ナル空氣ハ冷ユルニ從テ收縮スルガ故ニ、水銀ハ徐ニ

管中ニ入ルベシ、次ニ再ビ之ヲ取り直シ球狀部ヲ熱スレバ其中ノ水銀ハ遂ニ沸騰シテ水銀ノ蒸氣ヲ生シ管中ニ残りタル空氣ヲ悉ク排除スベシ、是ニ於テ開キタル口ヲ酒精燈ノ熱ニテ融解シテ急ニ閉ヂ、充分ニ冷ヘタル後之ヲ水中ニ挿入スレバ、水銀收縮シテ管ノ一定點ニ止マルベシ、之ヲ水點トナス、次ニ水ノ沸騰セル水蒸氣ノ中ヘ入ルレバ、水銀膨脹シテ管ノ他ノ一定點ニ止マルベシ、之ヲ沸騰點トナス。水銀ハ攝氏三百五十度ニテ氣體トナリ、而シテ攝氏零點下三十九度ニテ固體トナルガ故ニ、此兩極點ヲ超ヘテ水銀寒暖計ハ其作用ヲナサズ、然ルニ酒精ハ容易ニ固體ニ變セザルガ故ニ、頗ル低キ溫度ヲ測ル時ニハ酒精寒暖計ヲ用ユ。而シテ高溫度ヲ測ルモノ種種アレドモ精巧ニシテ且便利ナルモノナシ。

八二

膨脹ノ除外例 (Exceptional cases of expansion) 前章ニ述

九八

ブルガ如ク、物體ハ概ネ皆膨脹スレドモ二三ノ除外例アリ、即チ水ハ攝氏ノ百度ヲ降テ冷ユルニ從テ漸漸收縮スベシ、而シテ攝氏四度ノ時最モ收縮ノ極度ニ達ス、此時ニ於ケル水ヲ比重ノ標準トナス、此溫度ヨリ更ニ冷ユレバ收縮セズシテ却テ膨脹ス、愈冷エテ遂ニ氷ト變ズレバ一層膨脹ス。水ニ此ノ特性アルコトハ地球上ニ於テ大ナル効益アルモノトス、何トナレバ冬日池沼等ノ表面ニ於ケル水ノ溫度下リテ攝氏四度トナレバ、比重最大トナルガ故ニ池沼ノ底ニ下リ、而シテ其底ニアル水之ニ代ランガ爲メニ上ル、然リ而シテ水愈冷エテ四度以下ニ下ルトキハ水膨脹シテ輕クナル故ガニ、其表面ニ止ルベシ、其水ノ溫度尙下リテ遂ニ表面ニ於テ氷結スレドモ底部ニ於テハ氷結セズ、若シ池沼中ノ水

全ク氷結スレバ其中ノ魚類等ハ凍死スルノミナラズ、夏日太陽ノ炎熱モ容易ニ之ヲ融解スルコト能ハザレバナリ。「アンチモニー」ト鉛トヨリ製スル活字用ノ合金及鑄鐵ハ、液體ヨリ固體ニ變ズルトキ却テ膨脹ス、是レ鑄造用トシテ賞用サル、所以ナリ。

冬日「フラスコ」ニ水ヲ入レ置ケバ破壊スルコトアリ其理如

(何)

(氷ハ水面ニ浮ブ其理如何)

八三

膨脹率 (Coefficient of expansion) 一單位ノ長サノ物體ガ溫

度一度上ルトキ増加スル長サヲ長サノ膨脹率ト云ヒ、而シテ一單位ノ容積ノ物體ガ溫度一度上ルトキ増加スル體積ヲ體積ノ膨脹率ト云フ。今主ナル物ノ長サノ膨脹率ヲ擧グレバ、
鐵 〇、〇〇〇〇一一乃至〇、〇〇〇〇二五
鑄

鐵 〇、〇〇〇一〇乃至〇、〇〇〇一
 〇〇一七乃至〇、〇〇〇一九 黃銅 〇、〇〇〇一八
 乃至〇、〇〇〇二一 銀 〇、〇〇〇一九乃至〇、〇〇〇
 〇〇二一 玻璃 〇、〇〇〇〇七乃至〇、〇〇〇〇九

八四

「シャールス氏ノ定則(Charles' Law) 實驗上ノ結果ニヨ
 レバ、壓力不易ナルトキハ、諸氣體ノ體積ノ膨脹率ハ、凡テ相
 等シクシテ、其値二百七十三分ノ一即チ〇、〇〇三六六ナリ、
 之ヲ「シャールス氏ノ定則ト稱ス。今V_tヲ攝氏零度ノ時氣體
 ノ容積トシ、V_tヲt十度ノ時ノ容積トセバ、

$$V_t = V_0 + V_0 \times (0.00366t) = V_0(1 + 0.00366t) \quad (1)$$

溫度攝氏ニテ

壓力 (水銀柱ノ高さ「セン
 チメートル」ニテ)

V ₀	76	0
V _t	p	0
V _t	p	t

今爰ニ掲グルガ如ク、容積、
 壓力及溫度ノ三組アルト
 キV_tヲ求メントス、

「ボイル氏ノ定則ニヨリ $p:76::V_0:V_t \therefore V_t = \frac{76V_0}{p}$ (2)

(1)ニヨリ $V_t = V_0(1 + 0.00366t)$ 之ニ(2)ヲ置換スルニ

$$V_t = \frac{76V_0}{p} \times (1 + 0.00366t) \quad (3)$$

(溫度攝氏二十度壓力七十「センチメートル」ニ於テ容積百立
 方「センチメートル」ノ氣體ハ標準溫度及標準壓力ニテ幾何
 ノ容積ヲ有スルヤ)

八五

融解(Fusion) 固體ハ凝集力最モ大ナレドモ、之ヲ熱シテ

其凝集力ヲ打破シテ液體ニ化セシムルコトヲ得ベシ、之ヲ
 融解ト云フ實驗上ヨリ得タル融解ニ關スル定則左ノ如シ。
 (一) 固體ハ融解點ト稱スル各一定ノ溫度ニテ融解ス、此溫度
 ハ、同一ノ固體ニテハ壓力ガ變ゼザルトキハ一定ナリ、逆ニ
 液體ノ凝固スル溫度ハ、其物ノ融解點ニ等シ。
 (二) 固體ハ融ケ始ムルトキハ、全ク融ケ終ル迄溫度變ズルコ

(三) 物體ニ壓力ヲ加フルトキハ凝固スル際膨脹スル物體ナラバ融解點ヲ低メ之ニ反シテ收縮スル物體ナルトキハ其融解點ヲ高ム。

(四) 液體ノ凝固スル溫度ハ液中ニ他物質溶解セルキハ下ル。

實驗 日本蠟燭及西洋蠟燭ヲ熱シテ其融解點ヲ測ルベシ。

實驗 「ビーケル」中ニ雪塊ヲ入レ之ヲ沸騰水ニ入ル、トモ、雪塊全ク融解スル迄溫度零度ナルベシ。

實驗 稍大ナル氷塊ヲ臺ノ上ニ載セ、細キ針金ノ兩端ニ各

大ナル分銅ヲ結ビ付ケタルモノヲ氷塊ノ上ニ懸クレバ、壓

力ノ爲メニ氷ノ一部分融ケ針金ハ漸々水中ヲ通過シテ遂

ニ其下部ニ達スベシ、然レトモ此ノ如クシテ融ケタル水ハ、

溫度頗ル低キガ故ニ、壓力ヲ去レバ直ニ氷結スルモノナリ、

是ノ現象ヲ復氷 (Regelation) ト云フ。

主ナルモノノ融解點ヲ攝氏ノ溫度ニテ測レバ。

水銀 零下三九五 氷 〇 燐 四四二 硫黃 一一〇

鉛 三三四 金 凡一二〇〇

八六

氣化 (Vaporization) 氣化トハ液體ヨリ氣體ニ變ズルコト

ヲ云フ、斯クシテ生シタル氣體ヲ蒸氣ト云フ、氣化ニ二種ア

リ、一ヲ蒸發 (Evaporation) ト云ヒ、一ヲ沸騰 (Boilition) ト云フ、前

者ハ液體ノ表面ヨリ任意ノ溫度ニ於テ徐々ニ氣化スルモ

ノナレドモ、後者ハ液體ガ熱セラレテ一定ノ溫度ニ上ルト

キ液體ノ全部分ヨリ急激ニ氣化スルモノナリ。

蒸發ノ速サハ、實驗上、(一) 溫度ノ上ルニ從テ増加ス、(二) 液體ノ

表面ノ面積ノ大ナルニ從テ増加ス、(三) 空氣ノ乾燥ノ度進ム

ニ從テ増加ス、(四) 蒸氣ノ壓力ノ大ナルニ從テ減少スルナリ。

實驗上ヨリ得タル沸騰ニ關スル定則左ノ如シ。

(一) 液體ハ沸騰點ト稱スル各一定ノ溫度ニテ沸騰ス此溫度ハ壓力ガ變ゼザルトキハ一定ナリ逆ニ其蒸氣ノ液化スル溫度ハ沸騰點ニ等シ。

(二) 液體ハ沸騰シ始ムレバ至ク沸騰シ終ル迄溫度變ゼズ。

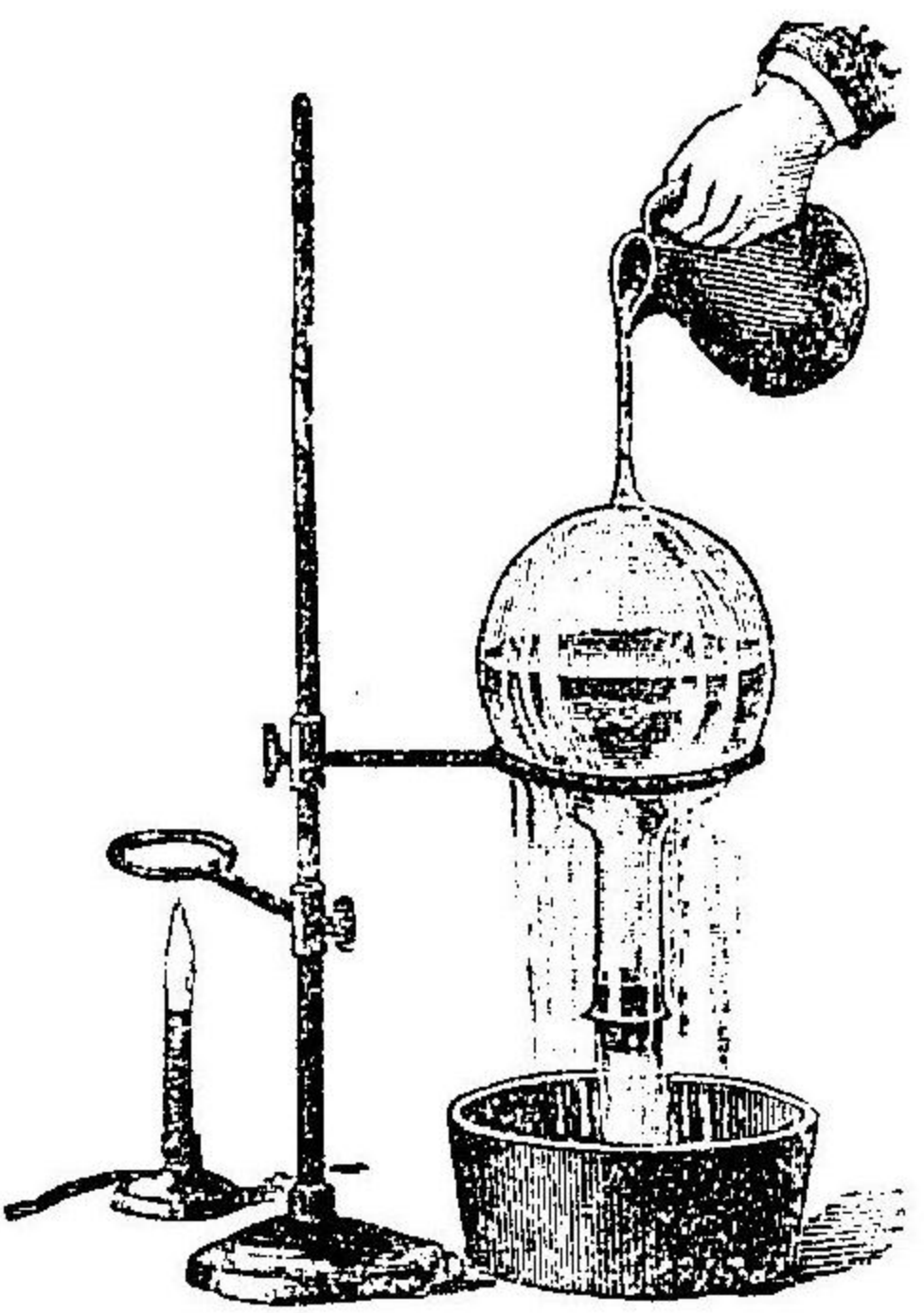
(三) 壓力ハ液體ノ沸騰點ヲ高ム。

(四) 沸騰點ハ液體中ニ他物質溶解スルトキハ上ル。

實驗 試験管ニ「エーテル」ヲ入レ更ニ之ヲ水中ニ入レタル後水ヲ漸々熱スレバ水ハ沸騰セザルモ「エーテル」沸騰スベシ此溫度ヲ寒暖計ニテ測ルベシ。

實驗 「フラスコ」ニ水ヲ入レ之ヲ熱シテ沸騰セシムレバ「フラスコ」内ノ空氣ハ逃出シテ水蒸氣之ニ換ルベシ。今ゴム栓ヲ以テ其口ヲ急ニ閉ヂ倒ニ之ヲ保持シ其底部ヲ冷水ニテ

圖 二 七 第



冷セバ發生サレタル水蒸氣液化シテ壓力減ズルガ故ニ「フラスコ」内ノ水ハ再ビ沸騰ヲ始ムベシ以テ壓力ト沸騰點ト大ナル關係アルヲ知ルヲ得ベシ。

沸騰點 (攝氏ノ溫度ニテ)

炭酸 零下七八

アンモニア 零下四〇

エーテル 三五

アルコール 七八

水 一〇〇

壓力ト水ノ沸騰點トノ關係

溫度 (華氏) 氣壓

二一二 一

二四九、五 二

二七三、三 三

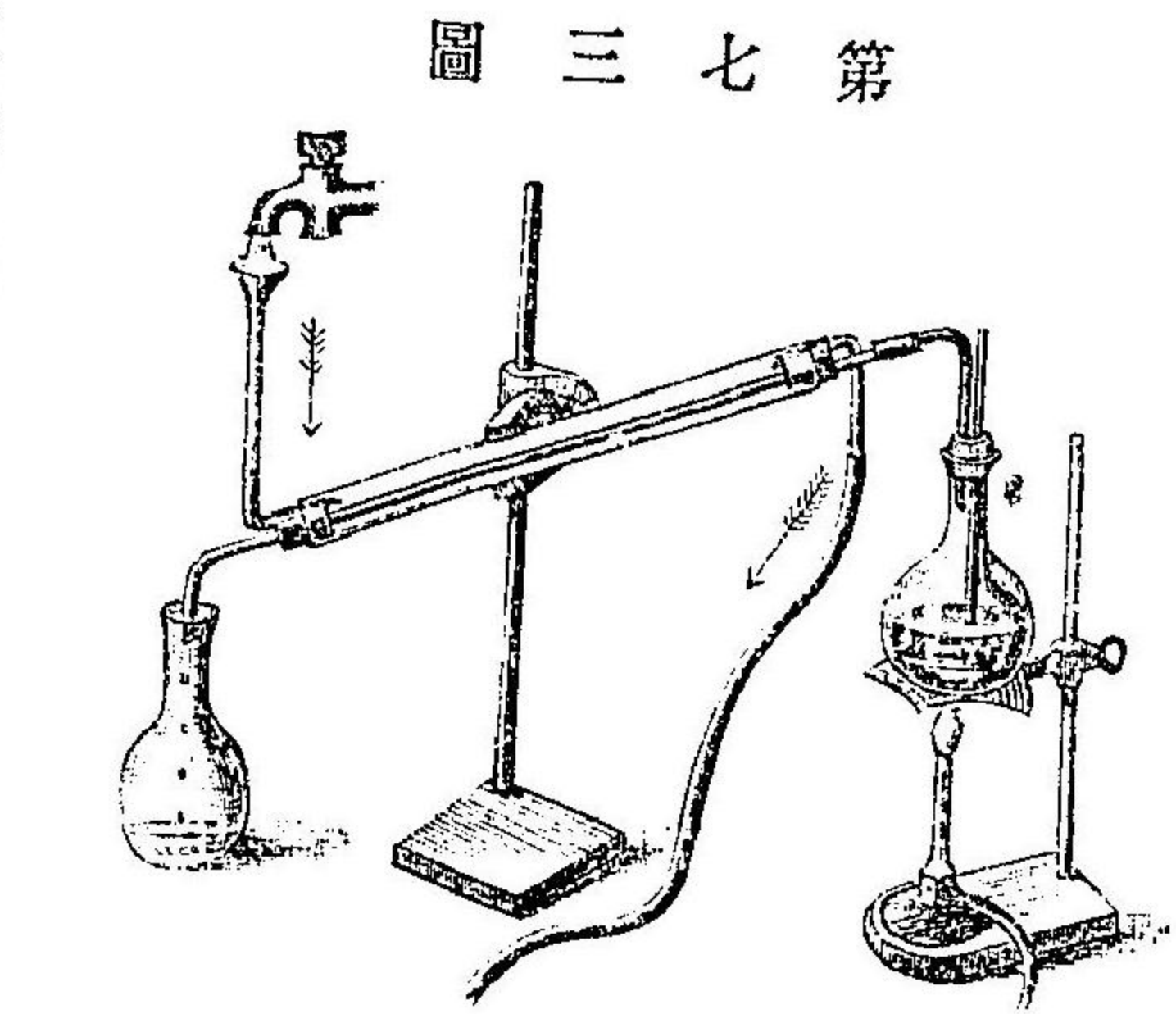
三〇六 五

三五六、六 一〇

蒸溜 (Distillation)

蒸溜トハ通常不純粹ノ液體ヲ熱シテ

氣化セシメ、以テ純粹ニナス方法ナリ。
實驗 第七三圖ノ如ク不純粹ノ水ヲ「フラスコ」ニ入レ之ヲ



圖三七第

熱スレバ水蒸氣發生シテ導氣管ヲ通過ス、此時導氣管ヲ被包セル凝結器中ニ冷水ヲ斷ヘズ流レシムルトキハ、水蒸氣ハ凝結シテ點點導氣管ヨリ滴下スベシ、是レ蒸溜水ト稱シテ最モ純粹ナルモノナリ、而シテ最初水ニ溶解セシ所ノ不純物ハ「フラスコ」内ニ殘留スルモノナリ。
(沸騰點ノ等シキニ液ノ混合物ヲ蒸溜法ニテ分離スルコトヲ得ルヤ否ヤ)

八八 熱ノ配布 (Distribution of heat) 熱ノ配布スル方法ニ三種

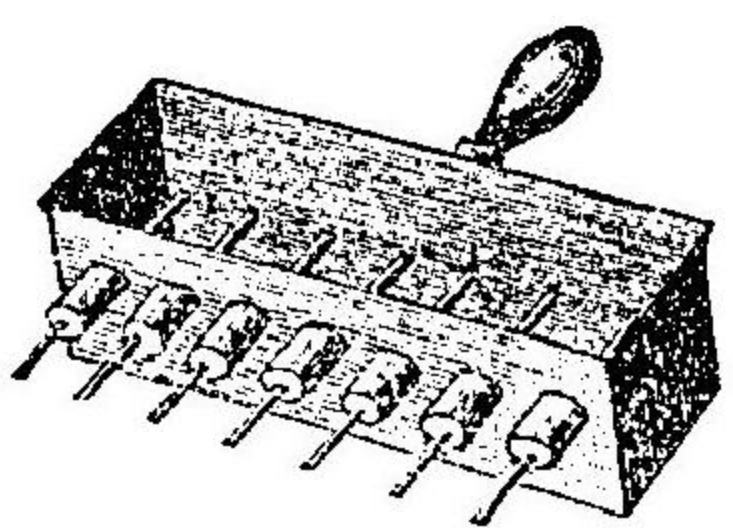
アリ、(一)傳導(二)對流(三)輻射是レナリ、何レモ皆一物體或ハ二種以上ノ物體中ニ於テ溫度ヲ平均ニ成ントスル顯象ナリ。

八九

(一)傳導 (Conduction) 今金屬ノ棒ノ一端ヲ烈火中ニ投シテ其他端ヲ手ニ握レバ、漸漸溫度ノ上ルコトヲ感ズ、詳シク云ヘバ物體ノ一部分ヲ熱スレバ、其部分ノ分子ノ振動激烈トナリテ顯勢ヲ増加シ、次ニ其近隣ノ分子ノ振動ヲ増加シ、斯ク徐徐ニ熱ハ諸ノ方向ニ配布スルキ、之ヲ傳導ト云フ。

第七四圖ノ如ク蠟ニテ塗リタル銅、鐵、玻璃等ノ棒ヲ水平ニ挿入セル器ニ熱シタル油ヲ入ルレバ、銅ノ蠟先ツ融ケ、次ニ鐵、次ニ玻璃ト云フ順序ニ融解ス、是レ蠟ノ早ク融ケタルモノハ傳導ノ多キコトヲ示スモノナリ。

圖四七第



九〇

導體及不導體 (Conductor and nonconductor) 金屬等ノ如

ク能ク熱ヲ導クモノヲ導體ト云ヒ、毛布、綿、木材等ノ如ク能ク熱ヲ導カザルモノヲ不導體ト云フ、然リ而シテ不導體ト雖モ全ク傳導セザルニアラズ、唯少ナキノミ、概シテ液體ノ傳導ハ固體ヨリ少ナク、氣體ノ傳導ハ液體ヨリ尙少ナキモノナリ。吾人冬日厚キ衣類ヲ着スル所以ノモノハ、之ヲ以テ身體ノ熱ノ外部ニ逃レ去ルコトヲ遮ゲンガ爲メナリ、夏日氷塊ヲ木屑ニテ包メバ氷ノ融解セザルハ、木屑ノ不導體ナルニ因ルト雖モ其木屑中ニ尙不導體ナル空氣存在シテ太陽ノ熱ノ氷塊ニ達スルコトヲ遮グルガ爲メナリ。

(冬日土藏内ニ住居セバ比較上溫暖ナルヲ覺ユ、其理如何)

(吾人ノ身體ヨリ溫度低キ金屬ニ觸レバ寒冷ナルヲ感シ、之ニ反シテ溫度高キ金屬ニ觸レバ溫暖ナルヲ感ズ、其理如何)
實驗 酒精燈ヲ點シ其上ニ金屬ノ網ヲ保持スレバ、焰ハ網

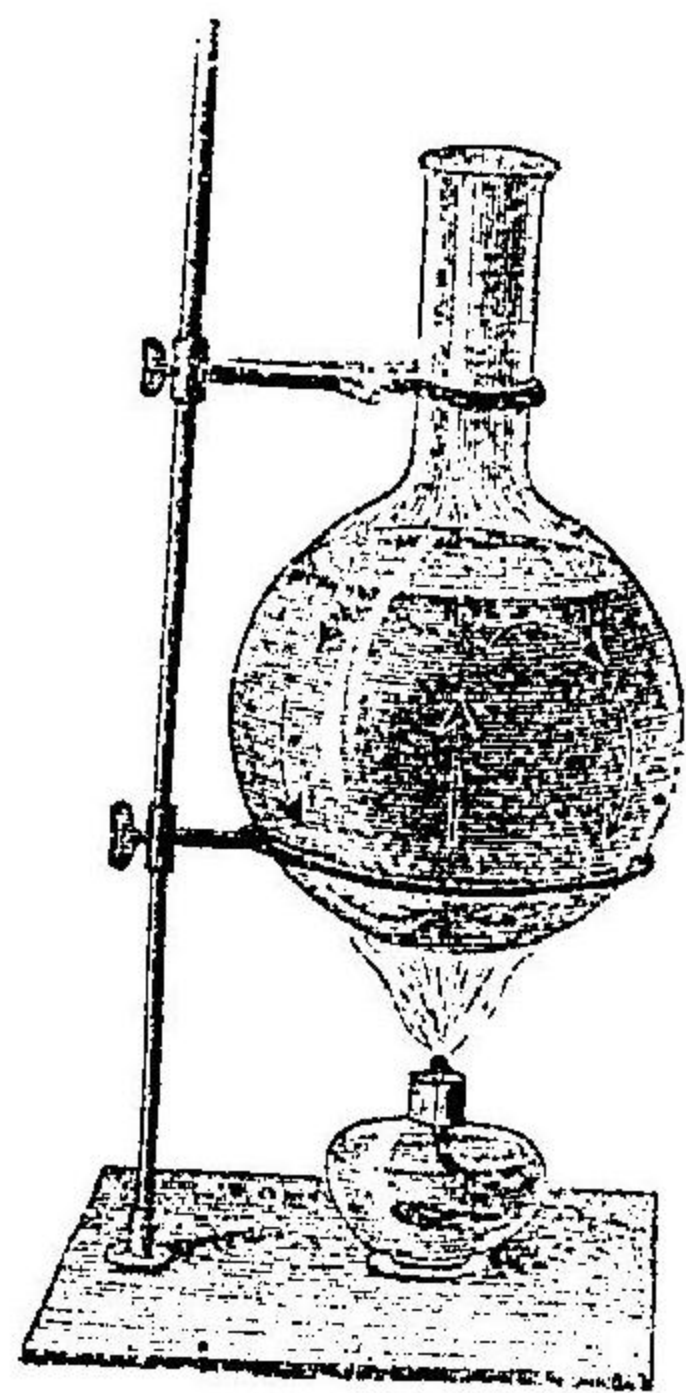
ノ上ヨリ出デズ、是レ金屬ノ網ガ焰ノ熱ヲ導キ去リテ可燃瓦斯ノ溫度ヲ低下スルガ故ニ燃燒セザルナリ、若シ長キ時間之ヲ燈上ニ保持セバ、網ハ最早熱ヲ導クコト能ハザルニ至ルガ故ニ、焰ハ網ノ上ヨリ出ツ。

實驗 試験管ニ水ヲ盛り側部ヨリ之ヲ熱スレバ、上部ノ水ハ沸騰スルモ、下部ノ水ハ冷カニシテ手ニテ能ク其下部ヲ保持スル事ヲ得、是レ水ノ傳導少ナキコトヲ示スモノナリ。

(一)對流(Convection) 液體及氣體ハ流動シ易キモノナレバ、其下部熱セラレバ其下部ニアルモノ輕クナリ、而シテ上部ノ重キモノハ側部ヨリ下リテ之ニ代ラントスルガ故ニ、下部ニアル輕キモノ上ル、遂ニ全部ノ溫度相平均シテ止ム、之ヲ熱ノ對流ト云フ。

實驗 第七五圖ニ示ス如ク、ガラスコニ水ヲ入レ之ニ少許

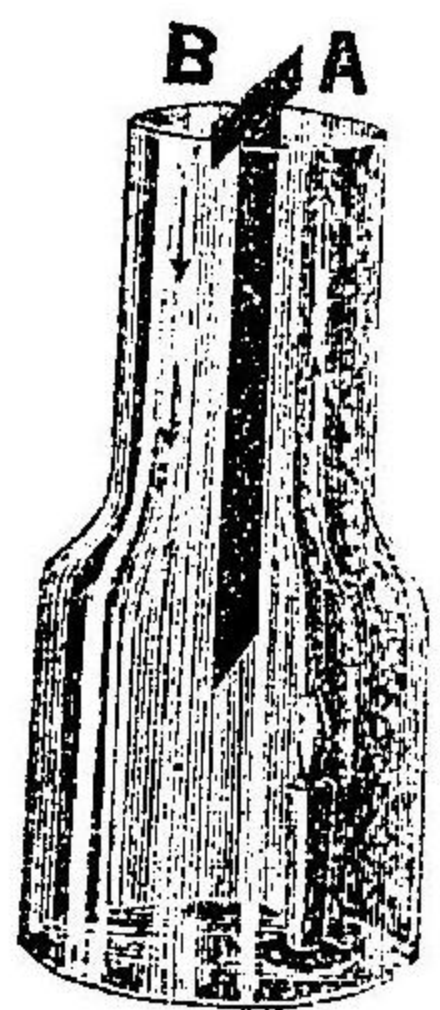
圖五七第



ノ木屑ヲ加ヘ下部ヨリ熱スレバ、木屑ニヨリテ熱ノ對流ヲ目撃スルコトヲ得ベシ。

實驗 第七六圖ニ示ス如ク、金

圖六七第



屬ノ細長キ板ニテニツノ部分ニ分タルタル玻璃管内ノ一部分ニ蠟燭ヲ點シ、Aニ於テ紙片ヲ保テバ紙片

ノ上ルヲ見ル然レドモBニ於テハ紙片ノ下ルヲ見ル、是ヲ以テ氣體ニモ亦對流アルコトヲ知り得ベシ。

(固體ニ對流ノ現象ナシ其理如何)

(ランプノホヤノ効用如何)

(三)輻射(Radiation) 光ヲ論ズルトキニ述ブベシ。

熱量ノ測定(Measure of a heat quantity) 質量「キログ

九二
九三

ラム」ノ純粹ノ水ノ溫度ヲ攝氏零度ヨリ一度迄上ラシムル熱量ヲ「カロリー」ト稱シ、之ヲ熱量ノ單位トナス。實驗上攝氏ノ零度ヨリ一〇〇度ノ間ニ於テ「キログラム」ノ水ノ溫度ヲ一度上ラシムル熱量ハ凡ソ相等シ、故ニ m ヲ水ノ質量トシ、 t ヲ溫度トシ、 Q ヲ熱量トセバ、 $Q = mt$

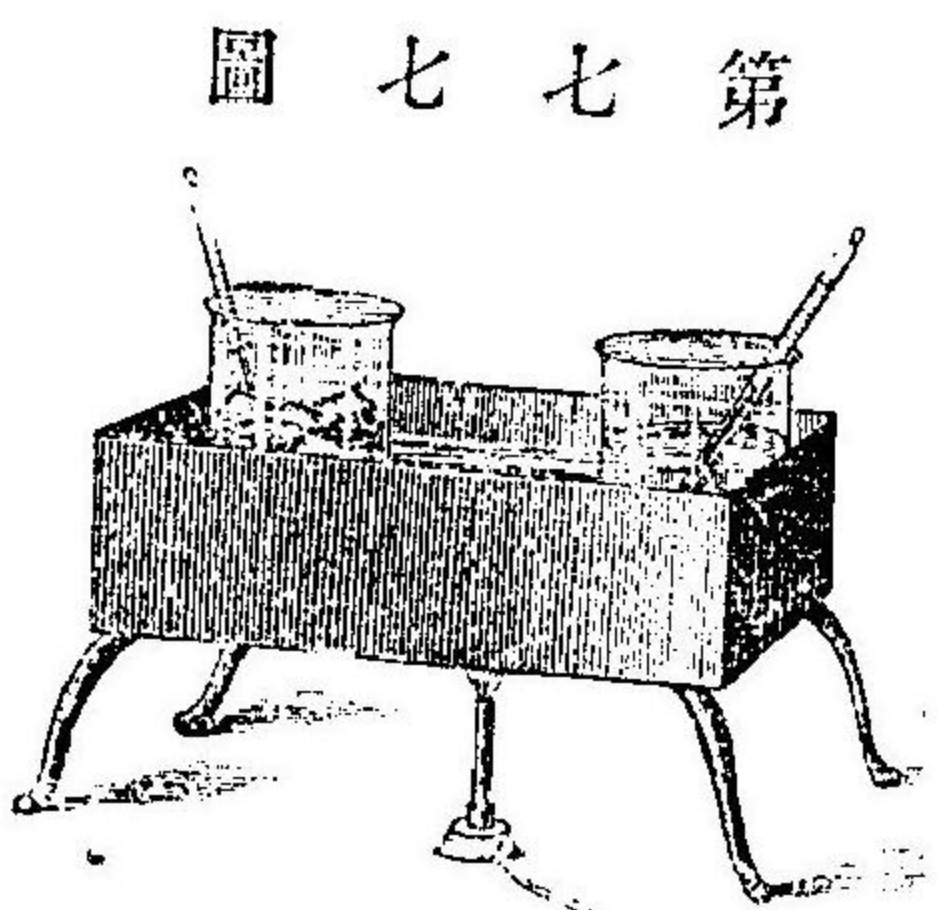
九四

比熱(Specific heat) 物體ノ一單位ノ質量ヲ溫度一上ラシムル熱量ヲ其物體ノ比熱ト云フ。前章述ブル所ノ單位ヲ用ユレバ、水ノ比熱ハ一ニ等シクシテ其他ノ物質(水素ヲ除キ)ノ比熱ハ皆水ヨリ小ナリ、故ニ大洋ノ溫度ノ晝ト夜トニ於テ激變セザル所以ハ、海水ノ比熱大ナルニヨル。今 t ヲ物體ノ比熱トシ、 m ヲ其質量トシ、 Q ヲ之ニ加ヘタル熱量トシ、 t ヲ増加シタル溫度トスレバ、 $Q = mt$

九五

潜熱(Latent heat) 固體ヲ液體ニ變シ液體ヲ氣體ニ變ズ

ルニハ分子ノ凝集力ニ打チ勝チテ仕事ヲナサザル可カラズ故ニ多量ノ熱ノ勢ヲ要ス此熱ハ顯勢ヨリ潛勢ニ變ズルモノナレバ寒暖計ニ感ズルコトナシ此熱ヲ潛熱ト云フ。一單位ノ質量ノ固體ヲ液化スル熱ヲ融解ノ潛熱ト云ヒ又一單位ノ質量ノ液體ヲ氣化スル熱ヲ蒸發ノ潛熱ト云フ。一實驗 零度ノ水ノ一「キログラム」ヲ「ビーケル」ニ入レ又零度ノ氷氷片ノ間ニ空氣ノ存在セザル様ニ零度ノ水ヲ注入シ



第七七圖

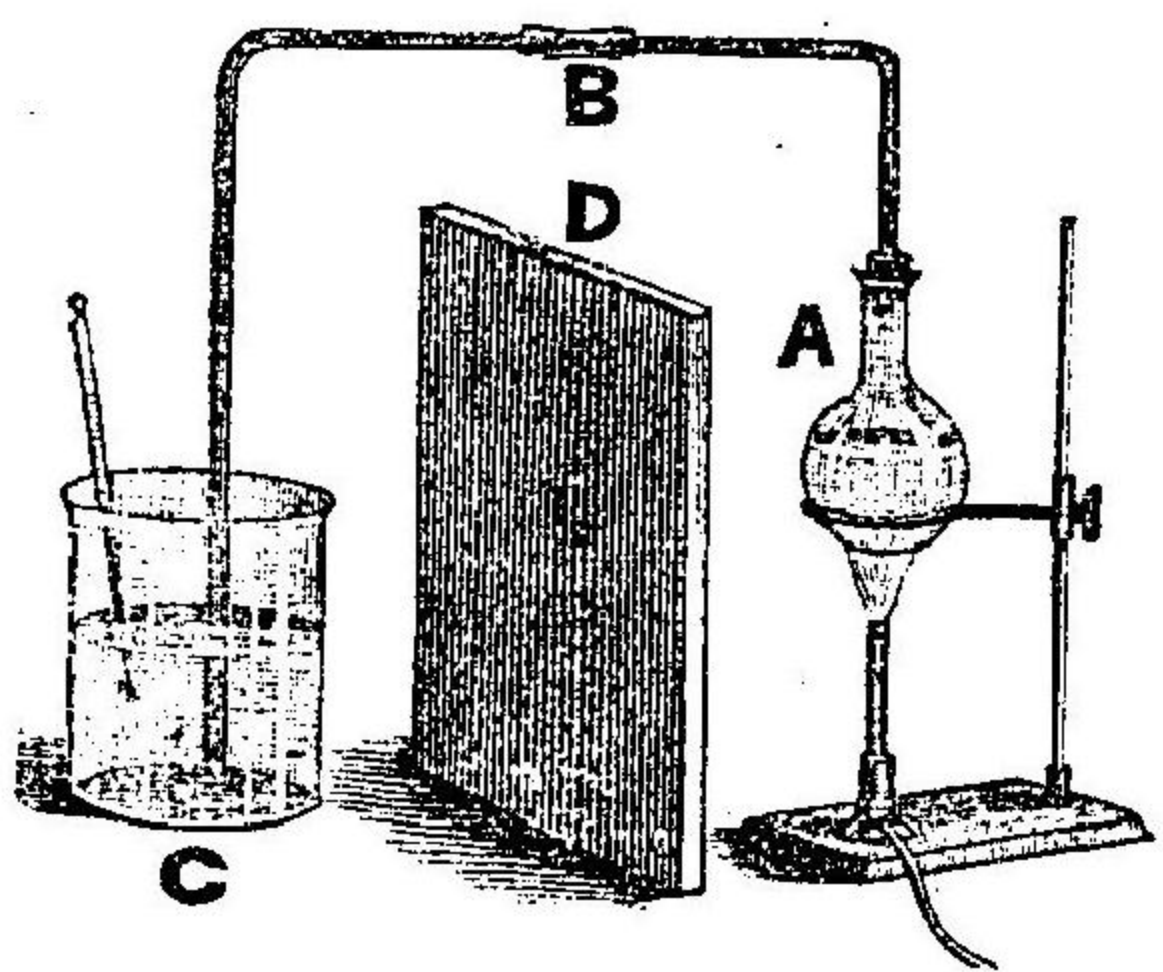
置クベシノ一「キログラム」ヲ他ノ「ビーケル」ニ入レ此兩者ヲ沸騰水中ニ入レ各「ビーケル」内ニ寒暖計ヲ挿入シテ其溫度ヲ檢スルニ後者ノ氷ノ融解シ終ル迄其溫度ハ零度ナレドモ前者ノ水ノ溫度ハ凡ソ八十九度迄上ルヲ見ル熱ノ通過セシ時間同一

ナレバ兩方ノ「ビーケル」ニ八十「カロリー」ノ熱ノ侵入セシコト明ナリ故ニ氷ノ融解ノ潛熱ハ八十「カロリー」ニ等シ。

實驗 第七八圖ノ如キ裝置ヲナシ水ヲ入レタル「フラスコ」Aヲ熱スレバ水蒸氣ハ導氣管Bヲ經テCニ入レタル零度ノ水ヲ熱スベシ寒暖計ニテCノ水ノ溫度ノ増加ヲ測リ實驗ノ前後ニ於テA内ノ水ノ質量ヲ測レバ幾何ノ水ガ水蒸

氣ニ化セシカヲ知ルコトヲ得ベシ(但シDハ板ニシテ熱ガ直接ニ移動スルコトヲ防グモノナリ)Cノ水ノ質量ヲMトシ溫度ノ増加ヲtトスレバ此水ノ得タル熱量Qハ Mt ニ等シ而シテ蒸發セシ水蒸氣ノ質量ヲmトシ其潛熱ヲ mt トスレバ此物ノ放散シタル熱量

第七八圖



Q'ハ、次ノ如ク $Q' = mc + m(100 - c)$ ナリ、然ルニ Q ハ Q' ニ等シカラザル可ラズ、 $\therefore M = mc + m(100 - c)$ 是式ヨリ

$$a = \frac{M - m(100 - c)}{m}$$

此方法ニテ水蒸氣ノ潜熱ヲ測レバ、五百三十七「カロリー」ニ等シキコトヲ知ル。

種種ノ物體ノ潜熱ヲ測ルニ、水及水蒸氣ノ潜熱ハ最大ナルヲ知ル故ニ冬日高山ノ雪ノ容易ニ融解セザル所以ハ水ノ潜熱大ナルニ由ル、若シ一時ニ融解スレバ大洪水ノ災害ヲ生ズベシ、然レドモ此ノ如キ事ナキハ亦水ノ重要ナル性質ノ一トス。

(エーテルヲ手掌ノ上ニ滴下セバ頗ル寒冷ヲ感ズ其理如何)

(夏日庭内ニ水ヲ撒ケバ寒冷ヲ感ズ其理如何)

起寒劑 (Freezing mixture) 互ニ化學作用ヲ起サザル二種

九六

以上ノ物體(其一ハ固體ナルヲ要ス)ガ液化シツツアルトキ其混合物ノ溫度ハ頗ル下ルモノナリ、之ヲ起寒劑ト稱シ、頗ル低キ溫度ヲ生ゼシムルトキニ用ユ。抑、固體ガ液化スルトキハ、必ズ潜熱即チ勢ヲ要スルモノナルガ、他ヨリ之ヲ供給セズシテ自ラ液化スルトキハ、各自自身ノ固有ノ勢ヲ消費セザル可カラズ、換言スレバ、其溫度ハ低下セザル可カラズ、左ニ起寒劑ノ主ナルモノヲ掲グレバ。

(一) 氷三 鹽一 溫度零下一八度 (二) 硝酸アンモニウムニ鹽化アンモニウム一 十度以下ノ水三 溫度零下一〇度
 實驗 鹽ト氷又ハ雪トヲ混合スレバ、其溶解スル際寒暖計ニテ其溫度ノ低下スルヲ見ルベシ。

九七 濕氣 (Moisture) 地球上水ノ存在セザル所ナキガ故ニ、水ハ斷ヘズ蒸發シテ水蒸氣トナリ大氣中ニ混合ス、之ヲ濕氣

ト云フ、空氣ガ濕氣ヲ含ム分量ハ空氣ノ溫度ニ關ス、夏日ハ冬日ヨリ水ノ蒸發甚シキガ故ニ濕氣多シ。(島國ハ大陸ヨリ濕氣多シ其理如何)實驗ニヨレバ容積一立方尺ノ空氣ハ、零度ニ於テ〇、一四「グラム」ノ濕氣ヲ含有シ、十度ニ於テハ〇、二六「グラム」二十度ニ於テハ〇、四九「グラム」ノ濕氣ヲ含有スルヲ得ベシ、空氣ガ濕氣ヲ可及的多量ニ含ムトキハ之ヲ飽和セリト云フ、若シ之ヨリ餘計ニ濕氣ヲ含マシメントスルモ其水蒸氣ハ露トナリテ凝固ス、此時ノ溫度ヲ露點ト云フ。(夏日氷水ヲ「コップ」ニ入レ置クトキ器ノ外面ニ水氣凝結ス其理如何)

九八

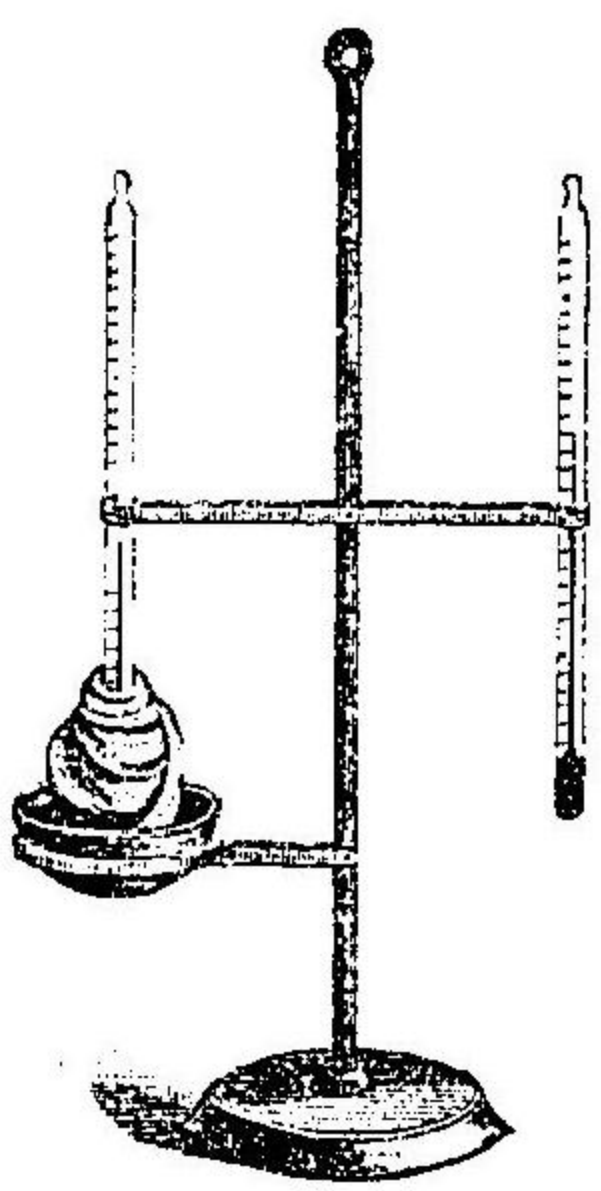
比較的濕度(Relative humidity) 或溫度ニテ空氣ガ實際含ム濕氣ノ質量ト同溫度ニテ其ノ空氣ヲシテ飽和セシムレバ、其時空氣ガ含ム濕氣ノ質量トノ比ヲ比較的濕度ト云

フ。故ニ比較的濕度ハ、空氣全ク乾燥セルトキハ零ニ等クシテ充分飽和セルトキハ一ニ等シ。

九九

濕度計(Hygrometer) 濕度計ハ種種アレドモ今最モ簡單ナルモノヲ説明センニ、第七九圖ノ如クニツノ寒暖計アリ

第七九圖



テ、一ハ空氣中ニアリテ空氣ノ溫度ヲ示シ、他ノ一ハ其下部ヲ布ノ切レニテ被ヒ、之ヲ水ヲ入レタル杯中ニ入レ置クナリ、然ルトキハ

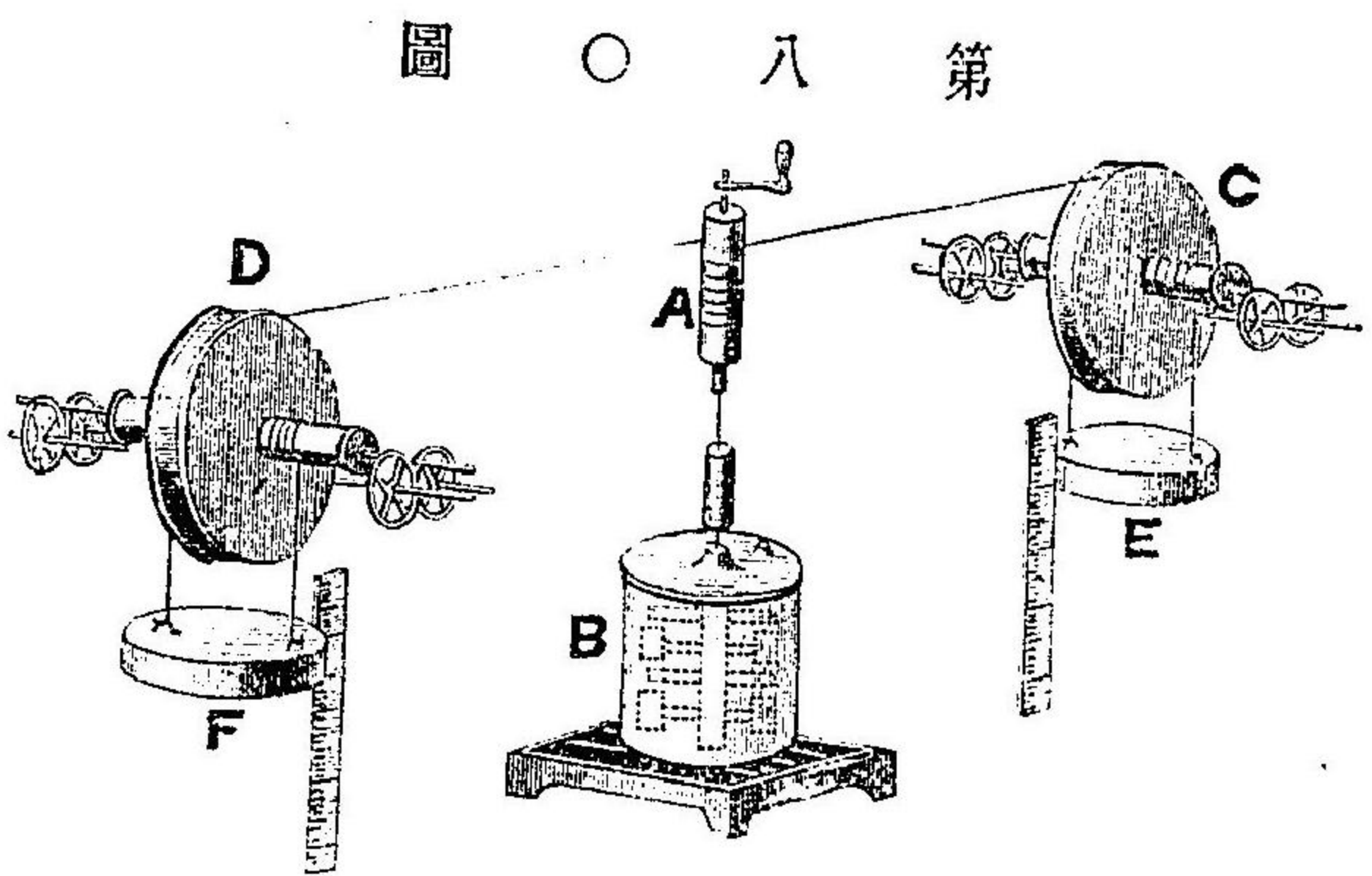
布ノ切レヨリ水ハ斷エズ蒸發スルガ故ニ、此寒暖計ノ溫度概ネ降下スルヲ通常トス、其降下セシ度數ヲ讀ミ以テ特ニ作ラレタル濕度ノ表ト對照シテ比較的濕度ヲ知り得ベシ。實驗 濕度計ノ實驗ヲ試ミヨ。

100

熱ノ當量(Mechanical equivalent of heat) 吾人が仕事ヲ

爲ストキハ熱ヲ生ズルコトヲ前章ニ述ベタリ、然リ而シテ一單位ノ熱ヲ生ゼシムル仕事ノ量ヲ熱ノ當量ト稱ス。シウル氏ハ左ノ裝置ヲ以テ之ヲ見出セリ。

一一八



第八〇圖ノ如ク、Bナル器ニ水ヲ入レ此水ヲ攪動セシムル爲メニ其中ニ水切リアリ、水切リノ軸Aニ糸ヲ卷キ付ケ、滑車C及Dヲ經テ其他端ニ分銅E及Fヲ掛ケタルモノトス、而シテ分銅下レバ其軸ニ卷キ付ケタル糸ハ解クルガ故ニ、水切リハB内ニテ速ニ回轉シテ水ヲ熱スベシ、而シテ分銅ノ爲シタル仕事ハ、分銅ノ重量ト其下リタル距離トノ積ニ

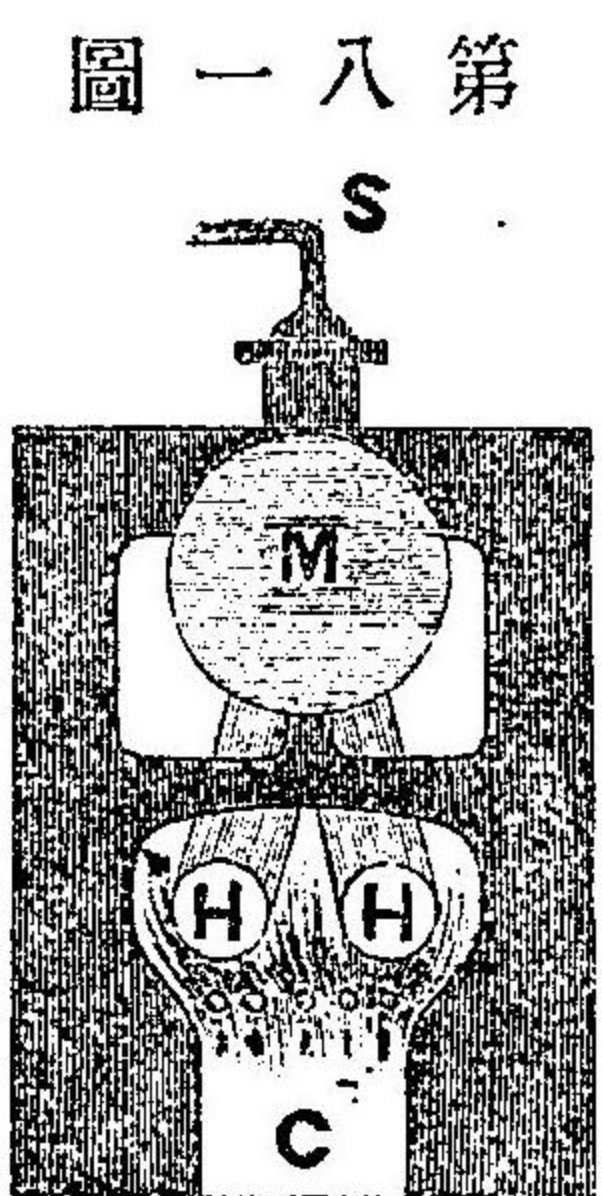
等シ、但シ其距離ハ分銅ノ側ニ直立セル尺度ニテ測ルヲ得ベシ、然ルニ水ノ得タル熱量ハ水ノ質量ト増加シタル水ノ溫度トノ積ニ等シ、但シ溫度ノ増加ハB内ニ豫メ備ヘ付ケタル寒暖計ニテ測ルコトヲ得ベシ、斯クシテ同氏ハ、「カロリー」ノ熱ヲ生ズル爲メニハ、四百二十四キログラム、メートルノ仕事ヲ要スルコトヲ發見セリ、之レ即チ熱ノ當量ナリ。之ヲJニテ示シHニテ熱量ヲ示シWニテ仕事ヲ示サバ、

$$W = JH$$

一〇一

蒸汽機關 (Steam engine) 蒸汽機關ハ水蒸汽ノ膨脹力ヲ

應用シタルモノニシテ各種ノ仕事ヲ爲スコトヲ得ベキ器械ナリ、而シテ陸上ニテ一定ノ場所ニ備ヘ付ケタルモノヲ陸上機關 (Land engine) ト



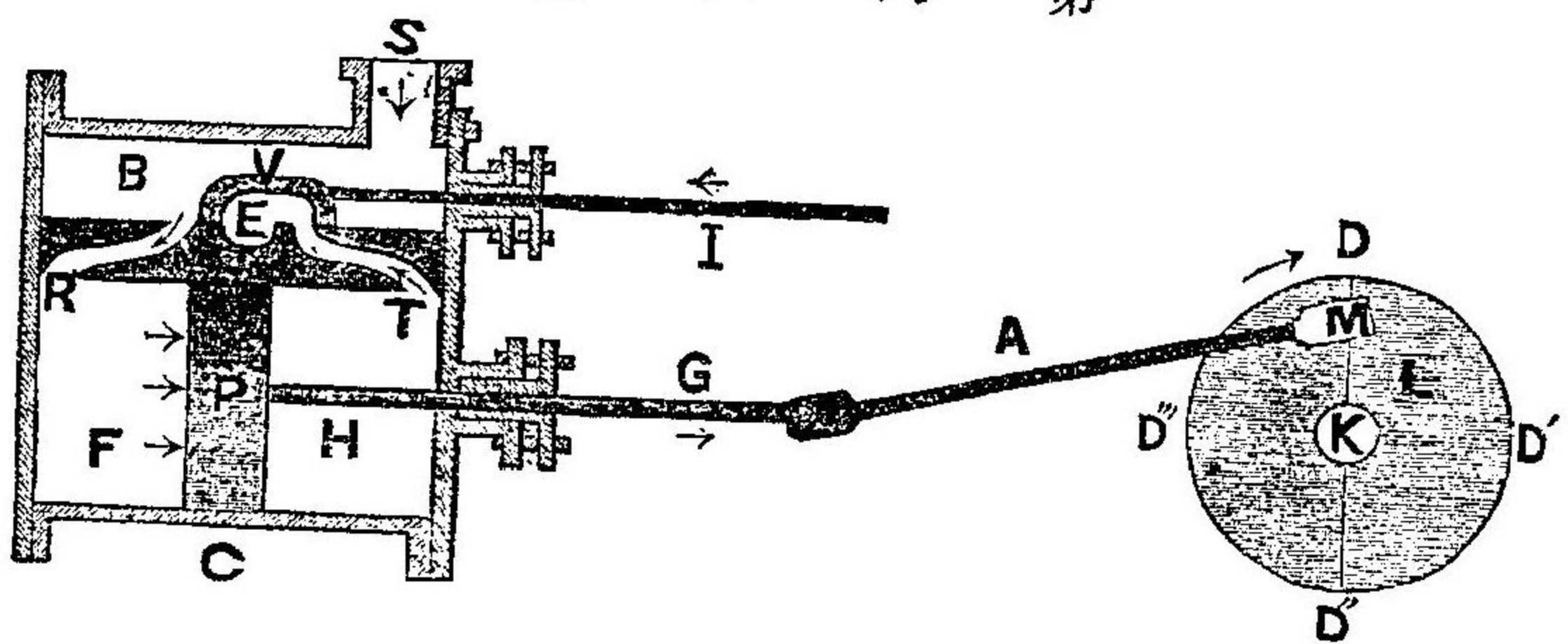
第八一圖

第四編 熱ニ就キテ

云ヒ、船舶ニ用ユルモノヲ船用機關(Marine engine)トシ、汽車ニ用ユルモノヲ汽關車(Locomotive engine)ト云ヒ、其種類數多アリテ、其構造モ亦多

少異ナレドモ、其原理ニ至リテハ皆凡テ同シキモノナリ。今左ニ陸上機關ノ最モ簡單ナルモノヲ説明セントス、蒸汽ヲ發生セシムルモノヲ汽罐(Boiler)ト稱ス、第一圖ノCハ石炭ヲ燃燒セシムル場所ナリ、而シテHハ「ヒーター」(Heater)ト稱シ豫メ水ヲ熱スル部分ニシテ、幾箇ノ管ヲ以テ蒸汽ヲ發生スル部分Mニ通ズ、Mヨリ氣管(Steam pipe)ヲ以テ發生サレタル蒸汽ヲ任意ノ場所ニアル汽機ニ導クコト

圖 二 八 第



ヲ得セシム、而シテ汽機ハ第八二圖ニ示ス如キ構造ノモノナリ、即チCハ圓筒ニシテ蒸汽ガ運動ヲ起ス根源ノ部分ナリ、Pハ圓筒内ニ密嵌セル活塞ニシテ其内ニ於テ左右ニ運動スルコトヲ得ルモノトス、Gハ活塞棒(Piston rod)、Aハ連續棒(Connecting rod)、Lハ圓板(Disk)、Eハ一旦膨張シタル蒸汽ノ空氣中ニ逃出スル口、Vハ「ハ」リ瓣(Slide valve)、IハVヲ動かス棒ナリ、今活塞ガ此圖ニ示ス如キ位置ニアルトキハ、蒸汽ハ汽管Sヨリ汽室Bニ入り、遂ニRヲ經テ圓筒ノ一部Fニ入ル、然ルトキハ蒸汽ノ壓力ハPヲ矢ノ方向即チ右方ニ動かシ、而シテAニ由テ圓板ヲ時針ノ方向ニ回轉セシメ、以テMヲDニ至ラシム、此時既ニHニアリシ蒸汽ハT及Eヲ經テ空氣中ニ逃出ス、次ニIハ矢ノ方向ニ動キテSトTト通シ、而シテRトEト通ズ、故ニ蒸汽ハSヨリTヲ經テHニ入

ル、然ルトキハ蒸汽ノ壓力ハPヲ左方ヘ動カシMヲD'ニマ
 デ回轉セシム、此時既ニFニアリシ蒸汽ハR及Eヲ經テ空
 氣中ニ逃出ス、斯ノ如ク蒸汽ノ壓力ガ活塞ヲ左右ニ運動セ
 シムルトキハ、圓板ハ常ニ圓運動ヲナスベシ、而シテMノD'
 或ハD''ニアルトキ蒸汽力作用セザレドモ圓板自身ノ惰性
 ニヨリテ圓運動ヲ繼續スベシ、此位置ヲ死點ト稱ス、此ノ如
 ク一旦膨張シタル蒸汽ガ空氣中ニ出ズル汽機ヲ不凝汽機
 關(Noncondensing engine)ト云フ、然レドモ若シ此蒸汽ガ凝結器
 ト稱スル特別ノ器ニ入りテ冷水ノ爲メニ凝結セララル汽
 機ヲ凝汽機關(Condensing engine)ト云フ、時トシテハ圓板ノ圓
 運動ヲ一樣ニ爲サンガ爲メニKナル軸ニ重クシテ且大ナ
 ル輪即チ「ハズミ車」(Fly-wheel)ト稱スルモノヲ附著スルコト
 アリ、汽關車ニテハ一樣ノ運動ヲ要セザル故ニ「ハズミ車」ヲ

附セズ、然レドモ多量ノ蒸汽ヲ費消スル故ニ迅速ニ蒸氣ヲ
 發生セシメン爲メニ迅速ニ石炭ノ燃燒ヲナサシメザル可
 カラズ、故ニ一旦圓筒内ニ於テ膨脹シタル蒸汽ヲシテ烟突
 ヨリ逃レ出デシメ以テ空氣ノ對流ヲ盛ナラシムルナリ。

第四編ノ問題

- (1) 指輪ヲ熱スレバ内部カ又ハ外部カ何レノ方ニ膨脹スル
 ヤ
- (2) 如何ナル溫度ニ於テ華氏ノ度數ト攝氏ノ度數ト全ク相
 等シキヤ
- (3) 黃銅ノ棒ヲ熱シテ二〇〇度丈溫度ヲ上ラシメ一センチ
 メートルノ伸長アリタルトキ元來ノ長サ幾何ナリシカ
 但シ黃銅ノ長サノ膨脹率ヲ〇、〇〇〇〇一九トス
- (4) 溫度七度、氣壓七四五「ミリメートル」トキノ容積一二五

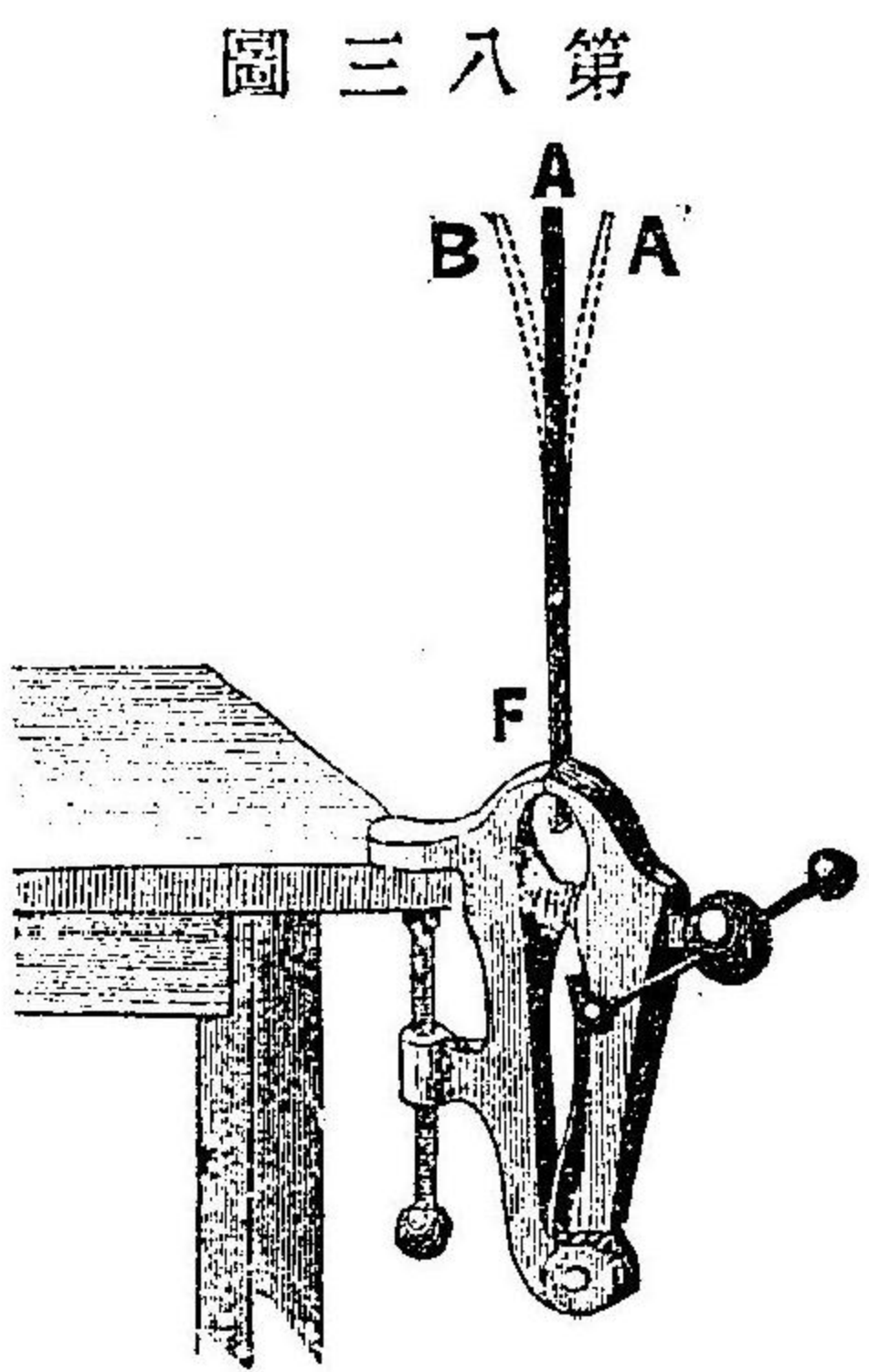
- 立方センチメートルノ空氣ハ溫度三度、氣壓七五八「ミ
リメートル」ノトキニハ幾何ノ容積ヲ有スルヤ
- (5) 水ハ地上ヨリ高山ニ於テ低溫度ニテ沸騰ス其理如何
- (6) 烟突ノ理ヲ説明セヨ
- (7) 七五度ノ水ノ幾何「キログラム」ガ零度ノ氷ノ二五「キログラム」ヲ融解スルヤ
- (8) 露ハ晝暖クシテ夜冷シキトキ多ク生ズ其理如何
- (9) 毎秒二五「メートル」ノ速度ニテ運動セル一〇〇「グラム」ノ物體ガ靜止セバ幾「カロリー」ノ熱ヲ生ズルカ但シ熱ノ當量ヲ四二四「キログラム、メートル」トス
- (10) 蒸氣氣罐中ニ於テハ水ノ溫度一〇〇度ヨリ高キハ何故ゾ

第五編 音(Sound)ニ就キテ

1011

振動(Vibration)

鋼鐵ノ棒ノ一端Fヲ萬力ニテ固定シ、他



端AヲA'迄指ニテ曲ゲテ指ヲ去レバ、棒ハ自身ノ彈力ニヨリ故ノ位置ニ返ルモ、惰性ニヨリ故ノ位置ニ止マラズシテAA'ナル距離ト凡ソ等シキ距離ナルAB

迄至ル、棒ハ彈力ニヨリ再ビAニ返ルモ惰性ニヨリA'迄至リ、此ノ如ク棒ト直角ノ方向ニ長キ時間中運動スルモノヲ横ノ振動ト云フ、又胡弓ニテ之ヲ棒ノ長サト直角ニ摩スレバ横ノ振動ヲナシテ音ヲ發ス。

玻璃管ノ中央ヲ一ノ手ニテ握リ他ノ手ニテ濕リタル布ヲ

以テ此管ヲ摩スレバ音ヲ發ス、此時玻璃管ノ各質點ハ管ノ長サノ方向ニ振動ス、之ヲ縱ノ振動ト云フ。
實驗 以上ノ事ヲ試ミルベシ。

一〇三

高低波 (Up and down waves) 第八四圖ニ示ス如ク、小石ヲ

圖 四 八 第

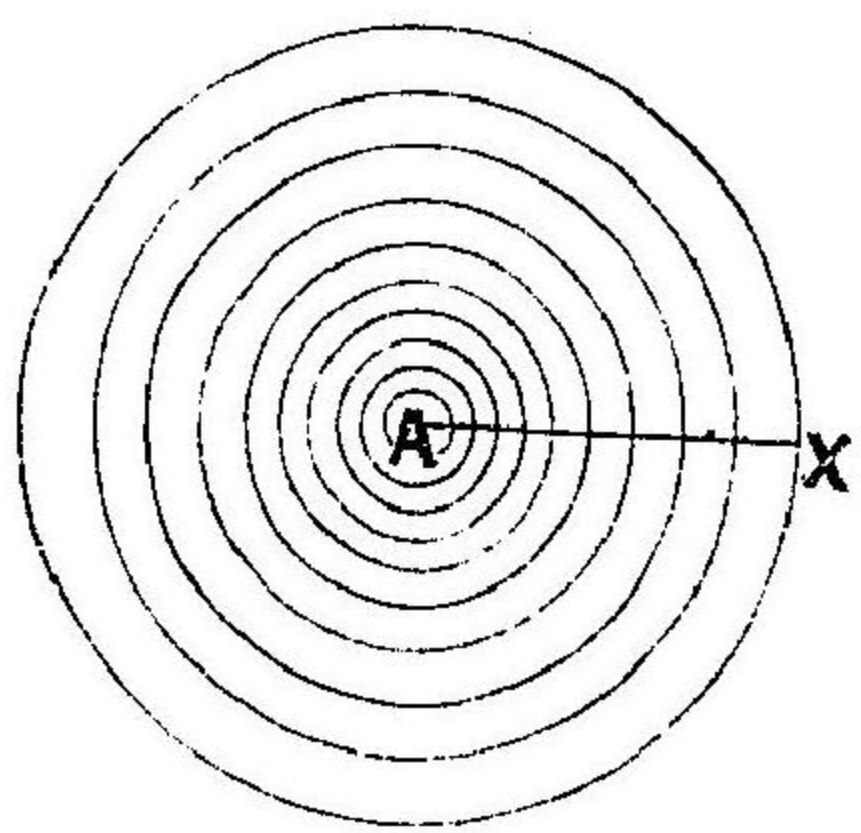
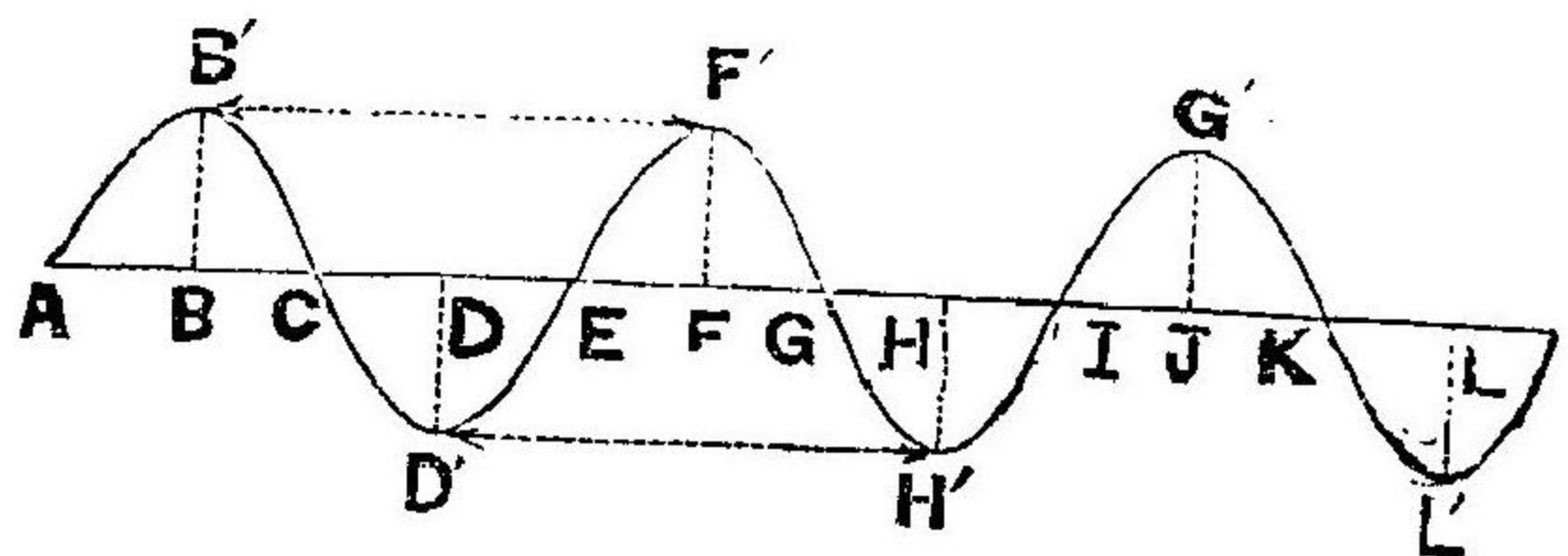


圖 五 八 第



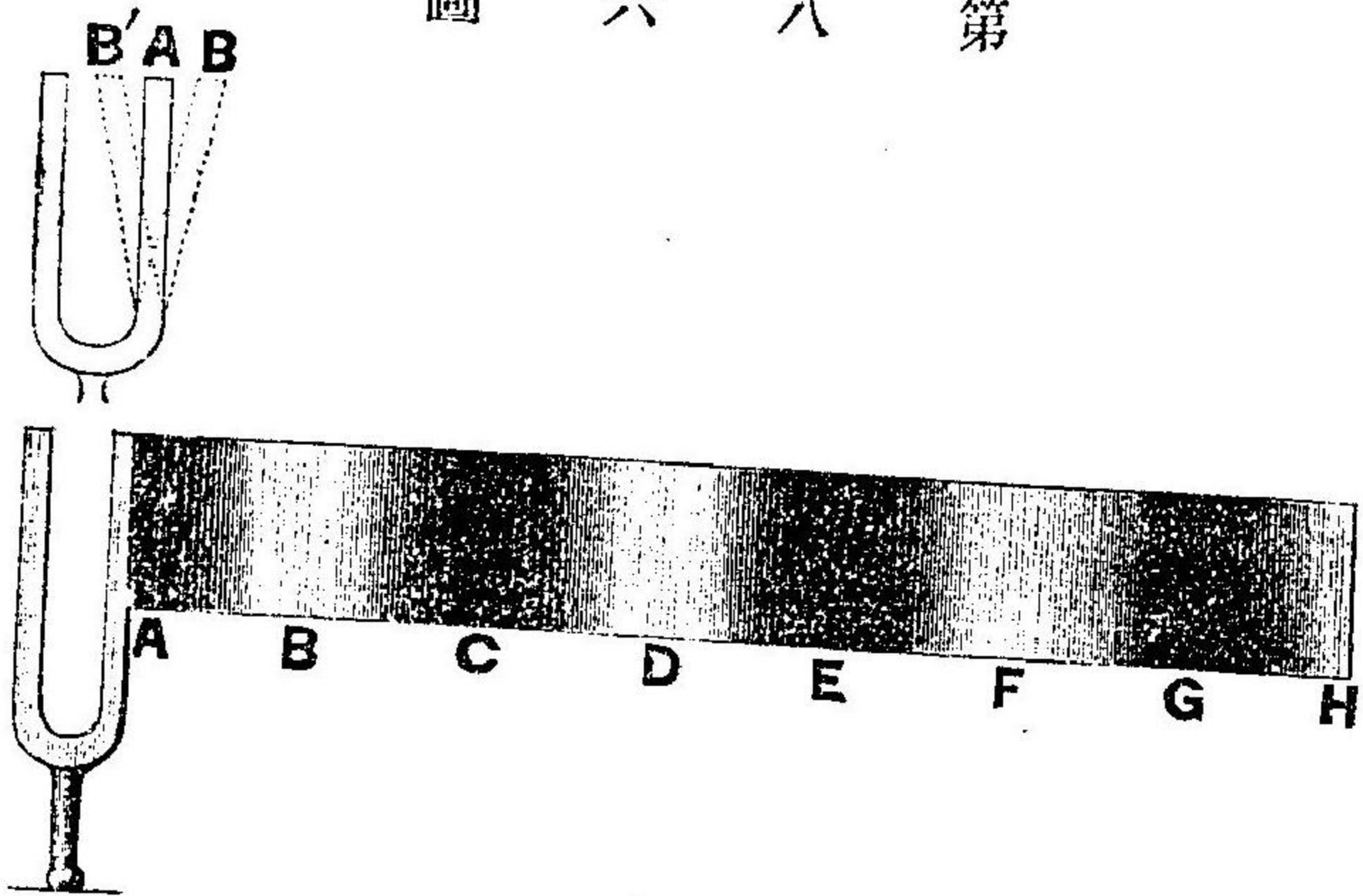
第八四圖ニ示ス如ク、小石ヲ靜水ノ面ニ投ズルトキハ、小石ガ水面ヲ打チシ點Aヲ中心トシテ幾箇ノ同心圓ノ波ガAヨリ四方ニ傳達スルヲ見ル、今任意ノ半徑AXニ於ケル横斷面ハ、第八五圖ノ如クナリテ波ハAヨリ漸漸各方ニ傳達ス、然レドモ水面ニ浮ベル木

片ノ運動ヲ注視スルニ殆ト一ノ場所ニ留リテ一上一下ノ運動ヲ爲スノミ、此ノ如キ波ヲ高低ノ波ト名ツケ、即チ横ノ振動ナリ。而シテB' F' G'等ヲ波ノ峯ト云ヒ、D' H' I'等ヲ波ノ谷ト云ヒ、B'及F'或ハD'及H'等ノ如ク同シ狀況ニアル水ノ二ツ質點間ノ距離ヲ波ノ長 (Wave Length) ト云ヒ、BトB'或ハDトD'トノ距離即チ質點ノ靜止ノ位置ヨリ峯或ハ谷迄ノ距離ヲ振幅 (Amplitude) ト云ヒ、各質點ガ一回靜止ノ位置ヨリ峯迄上リ次ニ谷迄下リテ再ビ舊ノ位置ニ來ル迄ノ時間ヲ週期 (Period) ト云フ。

一〇四

(水ノ波ハ水ノ彈性ニ基クカ又ハ重力ニ基クカ)
疎密波 (Waves of condensation and rarefaction) 第八六圖ニ示ス如ク、音又ト名ツクル中央ノ部ニ於テU形ニ曲ゲタル鋼鐵ヲ胡弓ニテ摩スレバ、音又ノ兩脚ハ横振動ヲナシテ

音ヲ發ス、一脚ノ一端AガBニ曲
 ルトキハ空氣壓縮セラレテ濃密
 ノ波ヲ生ズ、此ノ濃密ノ波ハ亦近
 隣ノ空氣ヲ壓縮シテ以テ濃密ノ
 波ヲ傳達ス、然ルニAガBニ曲ル
 トキハ空氣ハ稀薄ニセラレテ稀
 薄ノ波ヲ生ズ、此ノ如ク空氣中ニ
 交互ニ濃密ト稀薄トノ波起ルト
 キハ音ヲ發ズ、之ヲ疎密ノ波ト名
 ヅク、即チ音ハ空氣ノ質點ガ一ノ
 場所ニ於テ縦ノ振動ヲナスヨリ
 生ズルモノナレバ、顯勢ナルコト明ナリ。AトC即チ濃密ノ
 部ト濃密ノ部トノ距離或ハBトD即チ稀薄ノ部ト稀薄ノ



第八圖

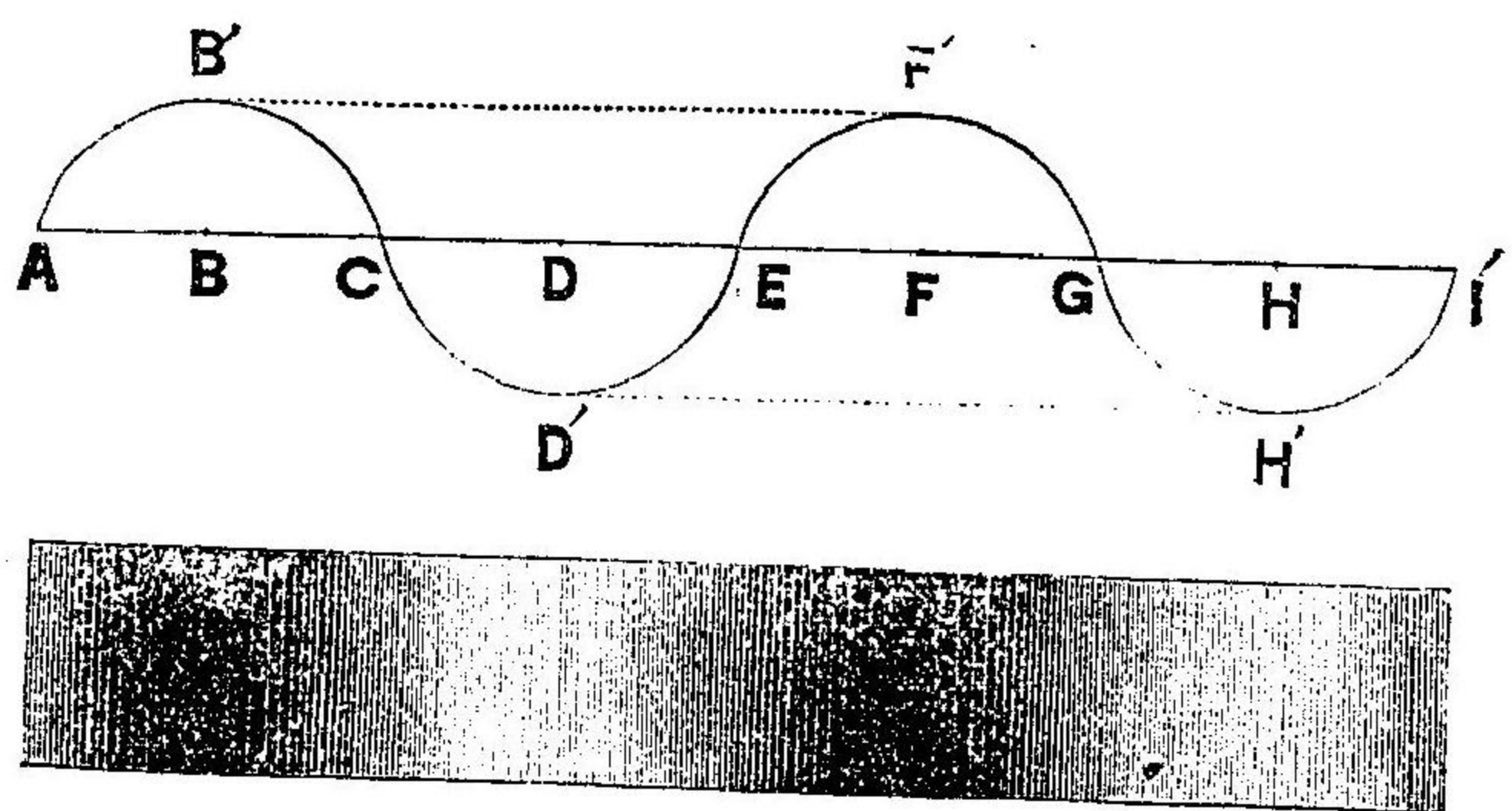
部トノ距離ヲ波ノ長ト云ヒ、空氣ノ一ノ質點ガ一回靜止ノ
 位置ヨリ右ノ極端迄動キ、次ニ左ノ極端迄動キテ舊ノ位置
 ニ來ル迄ノ時間ヲ週期ト云ヒ、靜止ノ位置ヨリ左右兩極端
 ノ何レカ一ツ迄ノ距離ヲ振幅ト云フ。

高低ノ波或ハ疎密ノ波ニ於テ、 v ヲ波動ノ傳達スル速度ト
 シ、 λ ヲ波ノ長サトシルヲ振動ノ數トスレバ、 $\frac{v}{\lambda} = f$

實驗 排氣機ノ圓板ニ布或ハ綿ヲ厚ク敷キ、其上ニ袖時計
 ナ置キ、玻璃鐘ヲ以テ之ヲ覆フモ、時計ノ音ハ明カニ聞クヲ
 得ベシト雖モ、空氣ヲ排除スルトキハ音ノ弱ルコトヲ知ル
 ナ得ベシ、故ニ空氣ガ音波ヲ傳達スル媒介物ナルヲ知ル。
 (此實驗ニ布或ハ綿ヲ用ヒシハ何故ナルカ)

一〇五
 音波ヲ曲線ニテ示スコト 音波ハ疎密ノ波ナルコト
 前述ノ如シ、A C E G I等ヲ以テ空氣ノ質點ノ通常ノ位置

第八圖



ヲ見テ後音ヲ聞クナリ。故ニ距離ヲ知リタル場所ニ於テ大砲ニ發火シ硝煙ヲ見テ後砲聲ヲ聞ク迄ノ時間ヲ計リ、此時

ヲ示シ、B'F'等ヲ以テ濃密ノ度ヲ示シ、D'H'等ヲ以テ稀薄ノ度ヲ示サバ、音波ハ第八七圖ノ如キ曲線ニテ示スコトヲ得ベシ、而シテB'F'或ハD'H'ハ波長ナリ。

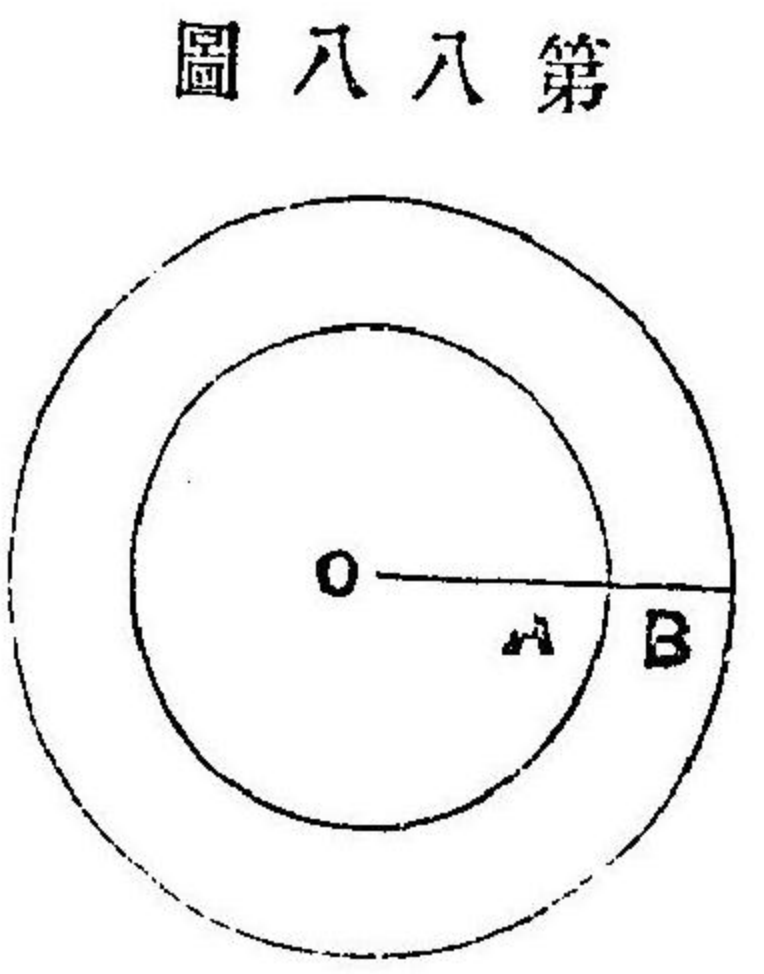
音ノ速度 (Velocity of sound) 煙火

ヲ距リタル或場所ヨリ見ルトキハ光ヲ見テ後、暫ク時間ヲ經過シテ音ヲ聞ク、是レ光ト音ト同時ニ發スルモノナレドモ光ノ速度ハ音ノ速度ヨリ頗ル速カナルガ故ニ先キニ光

間ヲ以テ其距離ヲ除セバ、音ノ空氣中ニ於ケル速度ヲ得、其速度ハ攝氏零度ノ時凡ソ三百三十二メートルニシテ、溫度一度昇ル毎ニ音ノ速度ハ凡ソ六デシ、メートル増スモノナリ。今空氣中ヲ通過スル音ノ速度ヲ一ト假定スレバ、實驗上ヨリ諸ノ物質ヲ通過スル音ノ速度ヲ知ルコト左ノ如シ。
空氣一 水四 鉛四 金五 銅一 玻璃一六
木纖維ニ沿フテ) 一〇乃至一五 木(纖維ニ直角ノ方向)ニ於テ一四乃至六

音ノ強サト距離トノ關係 廣漠タル原野ノ如キ障礙

物無キ所ニテ音ヲ發スルトキハ、音波ハ球形ヲナシテ漸漸各方ニ傳達ス。音ハ空氣ノ質點ノ振動ニシテ顯勢ナルガ故ニ之ヲEニテ示シ、O點ヲ音源トシ、OA及OBヲソレゾレ及Rトスレバ、幾何學ニヨリ、及Rヲ半徑トナス球面ノ面積

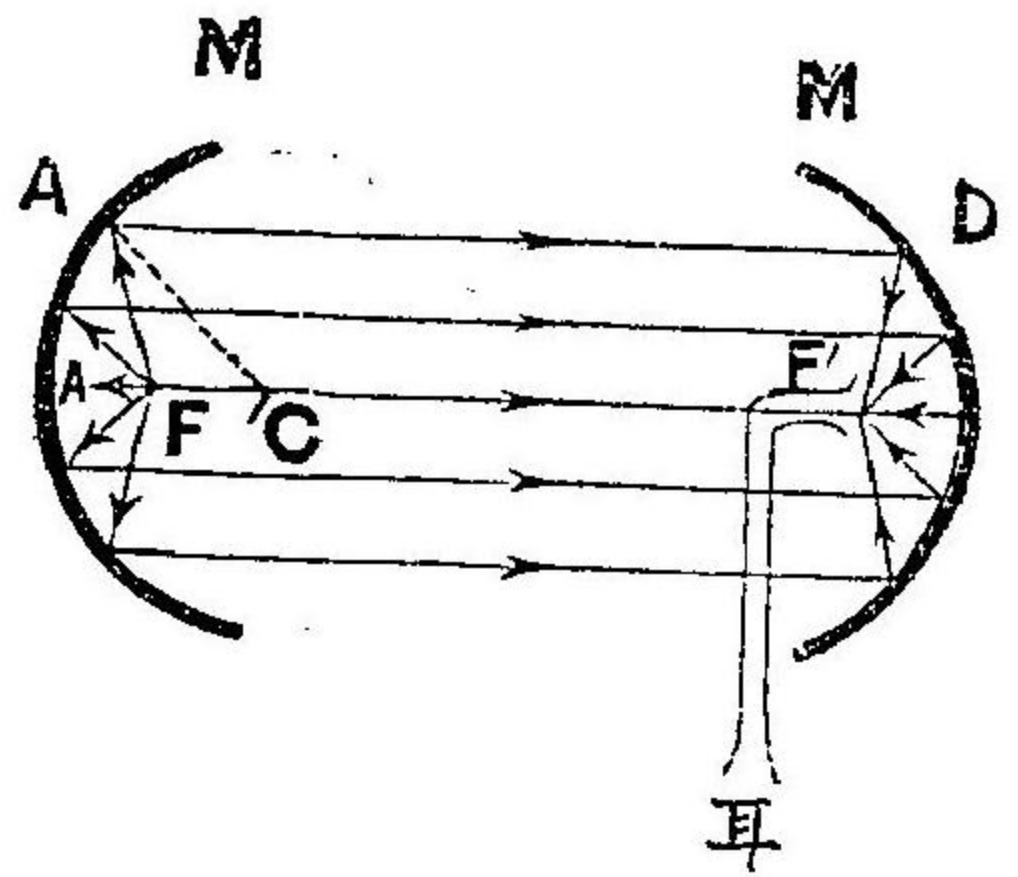


圖八八第

ハッレヅレ $4\pi r^2$ 及 $4\pi R^2$ ナルガ故ニ、
 A ニ於テ一單位ノ面積ノ勢 $= \frac{E}{4\pi r^2}$
 B ニ於テ一單位ノ面積ノ勢 $= \frac{E}{4\pi R^2}$
 故ニ音ノ強サハ音源ヨリノ距離ノ二乗
 ニ反比例スルモノナリ。

一〇八

音ノ反射 (Reflection of sound)



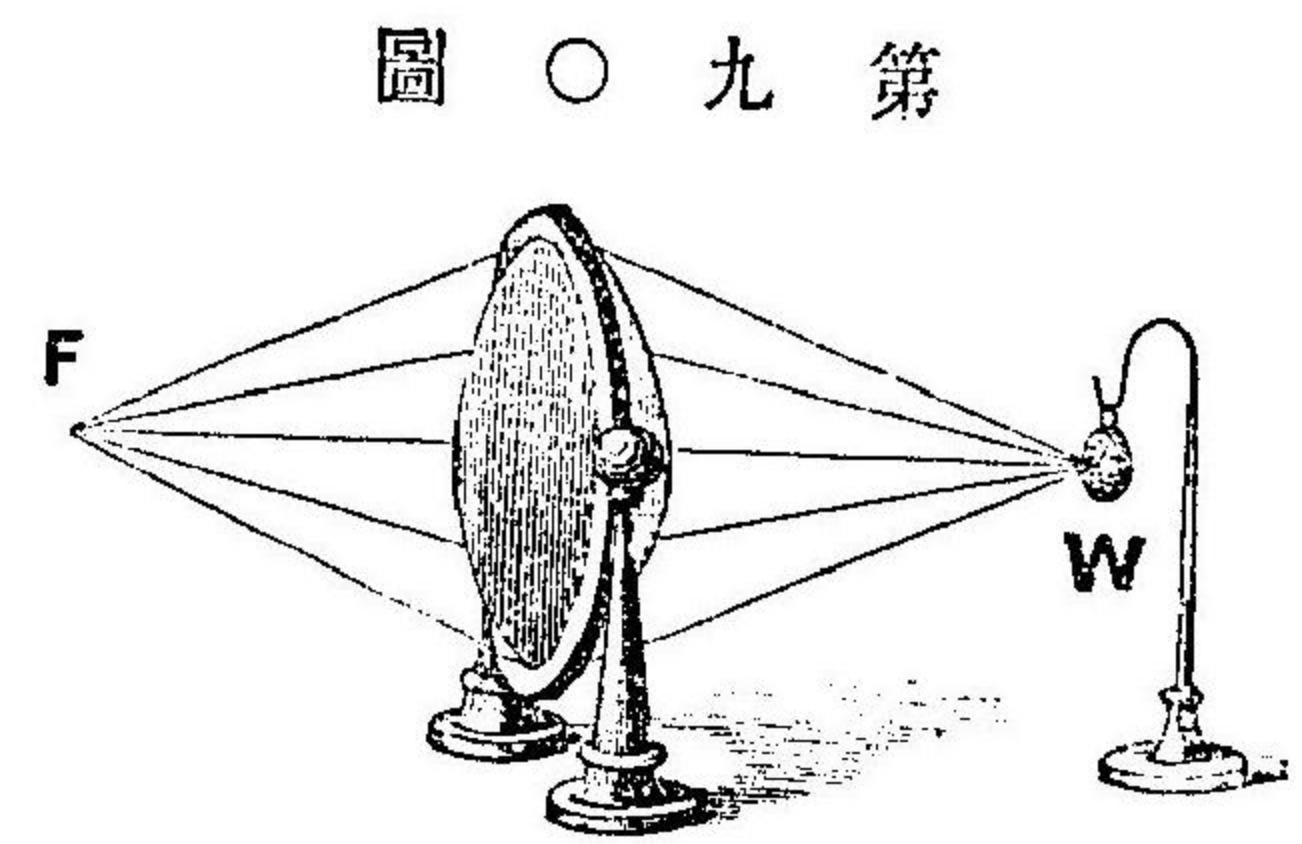
圖九八第

静水面ニ小石ヲ投ジテ水
 ノ波ヲ起サバ、水ノ波ハ岸ニ觸レ反對
 ノ方向ニ勿ネ返ル、音波モ彈性體ニ觸
 レバ勿ネ返リテ前ニ述ベシ反射動ノ
 定則ニ從フモノナリ、第八九圖ノ如ク、
 M 及 M' ナルニツノ球狀ノ凹鏡ヲ對立
 セシメ、鏡弧ノ中心 C ト鏡頂 A トノ中

央點 F ニ袖時計ヲ置ク時、音波ハ FA ナル方向ニ進ミタリト
 セバ反射動ノ定則ニ由リ A 點ニ於テ半徑 CA ト角 FAC ニ等シ
 キ角ヲナシテ反射シテ AD ナル方向ニ進ミ D ニ於テ再ビ反
 射シテ DF' ノ方向ニ進ム、此ノ如ク F ヨリ發スル凡テノ音波
 ハ皆殆んど F' ニ集ル故ニ、 F' ニ於テ漏斗狀ノ開キタル口ヲ
 有スル管ヲ置キテ音ヲ聞ケバ、他ノ點ヨリモ明カニ音ヲ聞
 グコトヲ得、此ノ F 及 F' ナ凹鏡ノ共軛燒點ト云フ、而シテ音
 波ノ山崖、樹木、或ハ屋壁等ノ物體ニ衝突シテ反射シ來ルモ
 ノヲ返響ト云フ。演說者ノ音聲ガ室外ニ於ケルヨリ室内ニ
 於テ明カニ聽クコトヲ得ルハ、最初發シタル音聲ト屋壁等
 ヨリノ返響ト相合シテ音波ノ強サヲ増スニ由ル。
 實驗 ニツノ凹鏡ヲ對立セシメテ以上ノコトヲ試ミルベ
 シ。

一〇九

(林中ニ於テ發砲スレバ其音強シ其理如何)
音ノ屈折 (Refraction of sound)



圖〇九第

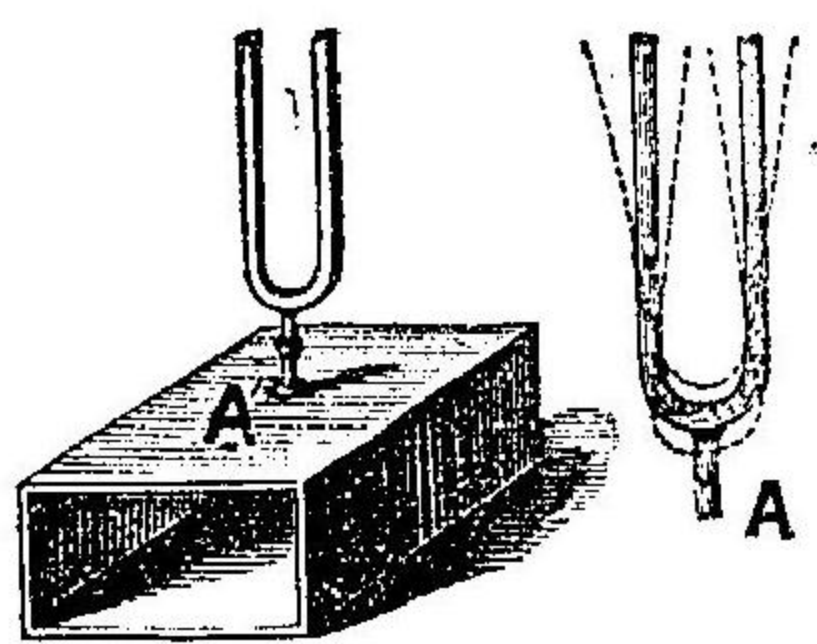
漸各方ニ傳達スルモノナレドモ空氣ト比重ヲ異ニスル瓦斯體ヲ通過スルトキハ屈折スルモノナリ即チ「コロヂオン」ノ膜ニ炭酸瓦斯ヲ充タシテ兩凸形ヲナサシメWニ袖時計ヲ置クトキハ音波ハ屈折シタル後皆F點ニ集ル故ニ此點ニ於テハ他ノ點ヨリモ明カニ音ヲ聞クコトヲ得ベシ。

一一〇

共鳴 (Resonance)

音又ヲ胡弓ニテ摩スレバ其兩脚ハ左右ニ振動スル故ニ近傍ノ空氣ハ疎密ノ波ヲ起シテ音ヲ傳達ス其下ニ固著セル箱ヲ取り離ストキハ音ハ弱キモ音又ヲ箱ニ接スルトキハ音強シ第九一圖ノ點線ニ示ス如ク兩脚

圖一九第



ガ外部ニ曲ルトキハ音又ノ最下點A'ハ上ル然ルニ兩脚ガ内部ニ曲ルトキハA'ハ下ルガ故ニ箱内ノ空氣ハA'ノ上下ト共ニ疎密ノ波ヲ起スモノ換言スレバ兩脚ト箱内ノ空氣ハ相一致シテ音波ヲ起スガ故ニ強キ音ヲ發ス此時箱内ノ空氣ハ共鳴ヲナスト云ヒ而シテ此箱ヲ共鳴箱ト稱ス。

實驗

音又ヲ共鳴箱ヨリ取り離シテ摩スレバ音弱キモ振

動ノ時間長シ然レドモ其箱ニ固着シテ摩スレバ音強キモ

振動ノ時間短キコトヲ試ミルベシ(其理如何)

(三味線及其他ノ樂器ニ胴アルハ何故ナルカ)

一一一

噪音及樂音 (Noise and music also sound) 物質ガ不規則ナル振動ヲナシテ空氣中ニ不規則ナル疎密ノ波ヲ生ズル時ハ

噪音ヲ發ス例ヘバ砲聲ノ如キ是レナリ、之ニ反シテ規則正シキ振動ヲナストキ即チ空氣中ニ於テ一定ノ週期及一定ノ波長ヲ有スル疎密ノ波ヲ生ズルトキハ、樂音ヲ發ス(例ヘバ)諸ノ樂器ヨリ發スル音ノ如キ是レナリ。

一三二 音ノ三ツノ要素 音ノ三ツノ要素トハ、(一)音ノ強サ(二)音ノ高サ即チ音調(三)音色是レナリ。

一三三 (一)音ノ強サ(Intensity of sound) 音ノ強サハ音波ノ振幅ニ關ス、第八四圖ニ示ス如ク、鋼鐵ノ棒ヲ曲グルコト甚シケレバ、振幅ハ長キ故ニ棒ノ遊離端ノ速度大トナリ、從テ棒ノ顯勢が大トナル、故ニ空氣ノ質點ノ顯勢大トナリ吾人ノ耳ノ鼓膜ヲ打撃スルコト強シ、故ニ音強シ。

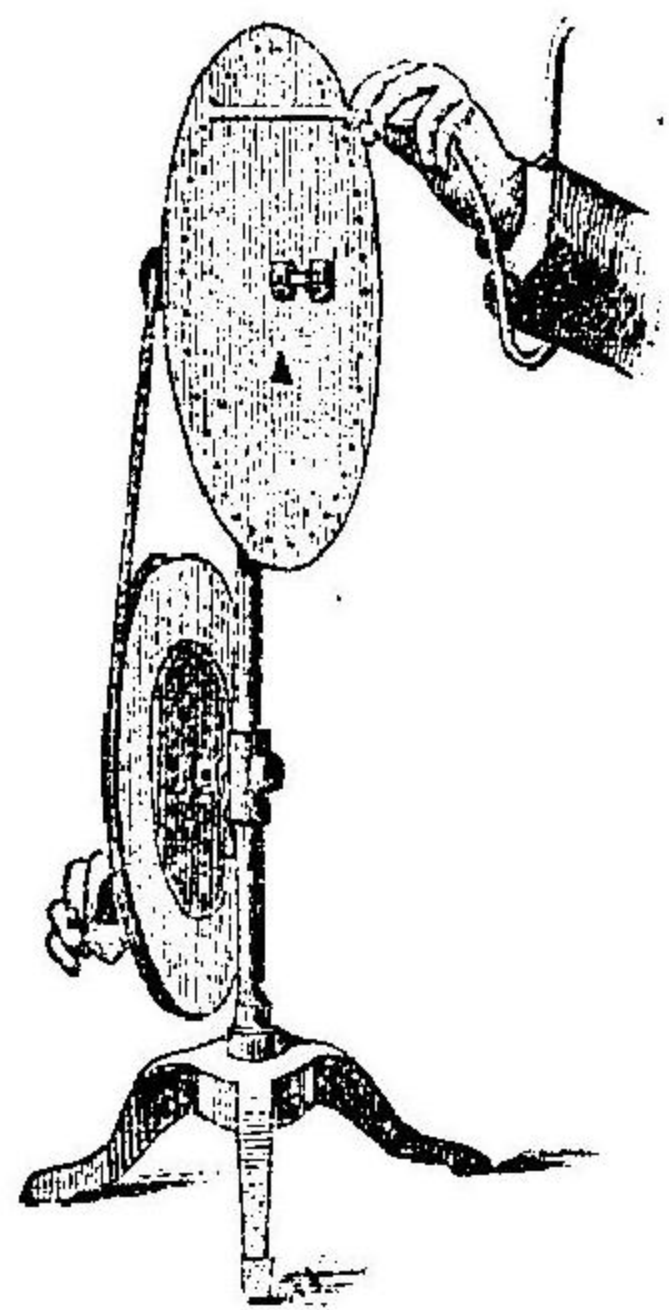
一三四 (二)音ノ高サ(Pitch of sound) 音ノ高サ即チ音調ハ、音波振動數ニ比例ス、而シテ音調ノ高キ音ハ銳ク、低キ音ハ鈍ク、

故ニ音ノ高サハ音ノ強サトハ全ク關係ナキモノナリ、例ヘバ大人ノ音聲ハ強ケレドモ鈍ク、女子又ハ小兒ノ音聲ハ弱ケレドモ銳キガ如シ。

一三五 音調ノ測定(Measurement of the pitch of sound) 直徑凡

ソ一尺許リノ圓板ノ周圍ニ等距離ニ數多ノ孔ヲ作り、之ヲ迅速ニ回轉セシメ、風櫃ヲ以テ細キ玻璃管ヨリ空氣ヲ吹キ込ム時ハ、管ガ孔ノアル所ニ來ルトキハ、圓板ノ反對ノ側ニ於テ濃密ノ波ヲ生ズルモ、空氣ハ彈

第九圖



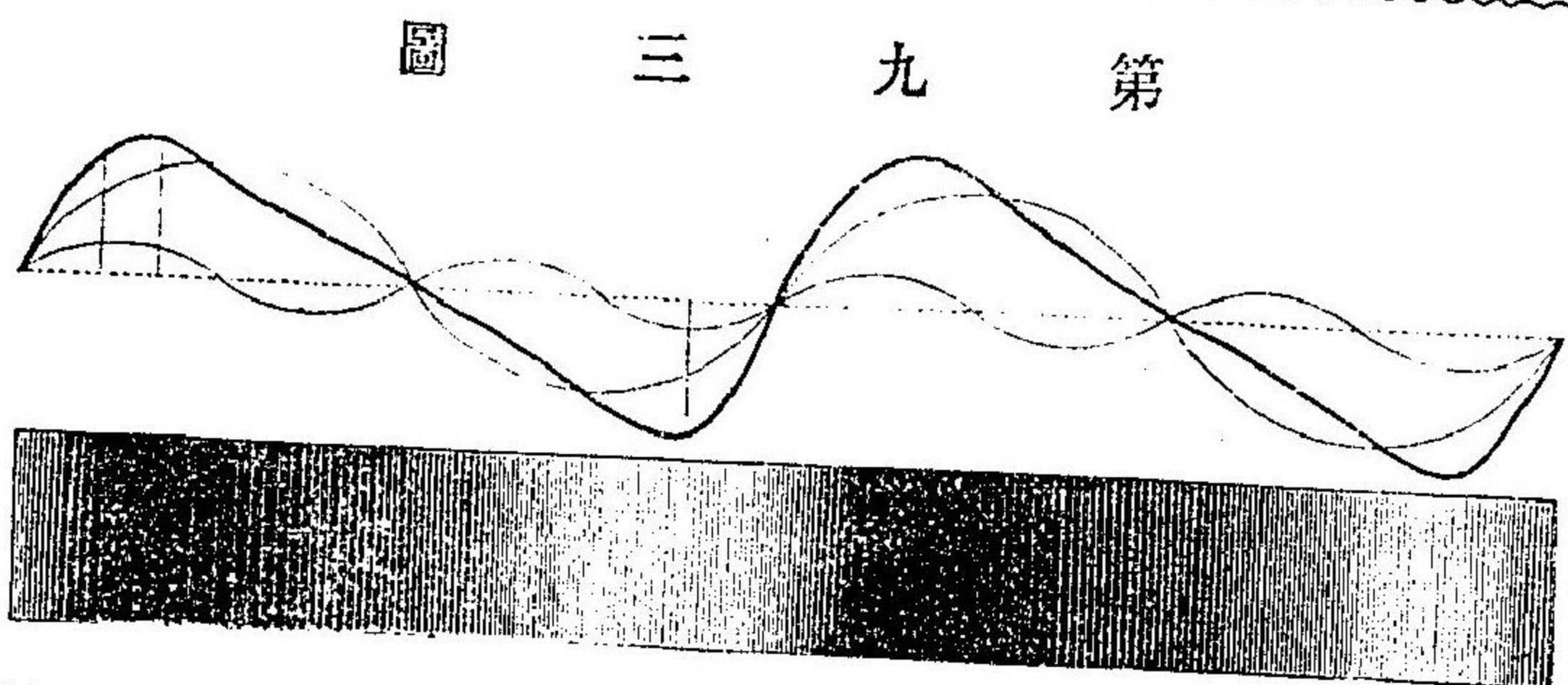
性ニヨリ管ガ孔ノナキ所ニ來ルトキハ稀薄ノ波ヲ生ズルガ故ニ一種ノ音ヲ發ス、今測定セントスル音ノ高サト同一ノ音調ニ至ル迄、此圓板ノ回轉ノ速度ヲ漸漸増シテ或時間

ノ間一様ナル速度ニテ回轉セシメ、一秒時間ニ幾回回轉セ

一一八

シヤチ計算シテ、其回轉ノ數ト圓板ノ孔ノ數トチ乘シタル積ハ、音ノ振動數即チ音ノ高サナリ。

(二)音色 (Quality of sound) 或振動數チ有スル音アリトシ之ヨリ振動數ノ多キモノチ上音 (Overtone) ト云ヒ、上音ニシテ其振動數ガ原音ノ振動數ノ整數倍ナルトキハ之チ倍音 (Harmonics) 云ヒ、二倍ナルトキハ特ニ之チ「オクターブ」(Octave) ト云フ。通常樂器ニテハ原音チ發スルト同時ニ倍音チ發ス、而シテ是等ノ種種ノ音波ノ合成サレタル音波ガ吾人ノ耳ニ達スルモノナリ、而シテ是等



第九三圖

ノ倍音ノ數及倍音ノ種類ノ異ナルガ爲メニ種種ノ異ナリタル音色チ生ズルモノナリ。例ヘバ琴ト三呼線トハ同一ノ強サ、及同一ノ高サチ有スルモ、音色ノ相違ニヨリ全ク異ナリタル音チ發ス。今第九三圖ノ上ニ示ス如ク、原音ト「オクターブ」トチ合成セバ太キ黒線ニテ示ス如キ音波チ得、同圖ノ下ニアルモノハ空氣ノ各質點ノ濃密、及稀薄ノ状態チ示ス。
音階 (Musical scale) 音樂ガ吾人ニ愉快ナル感覺チ惹起スル所以ノモノハ、樂音ノ振動數ニ一定ノ變化アルニ由ル、此ノ如キ樂音ガ七音接續シテ一音階チナシ而シテ二音ノ振動數ノ比チ音程ト云フ、左ニ各音ノ稱呼、符號、及振動數ノ割合チ示サン。

- 第一音
 - 第二音
 - 第三音
 - 第四音
 - 第五音
 - 第六音
 - 第七音
 - 第八音
- 我國ノ稱呼 ひー ぶー みー よー へー むー なー ひー

第五編 音ニ就キテ

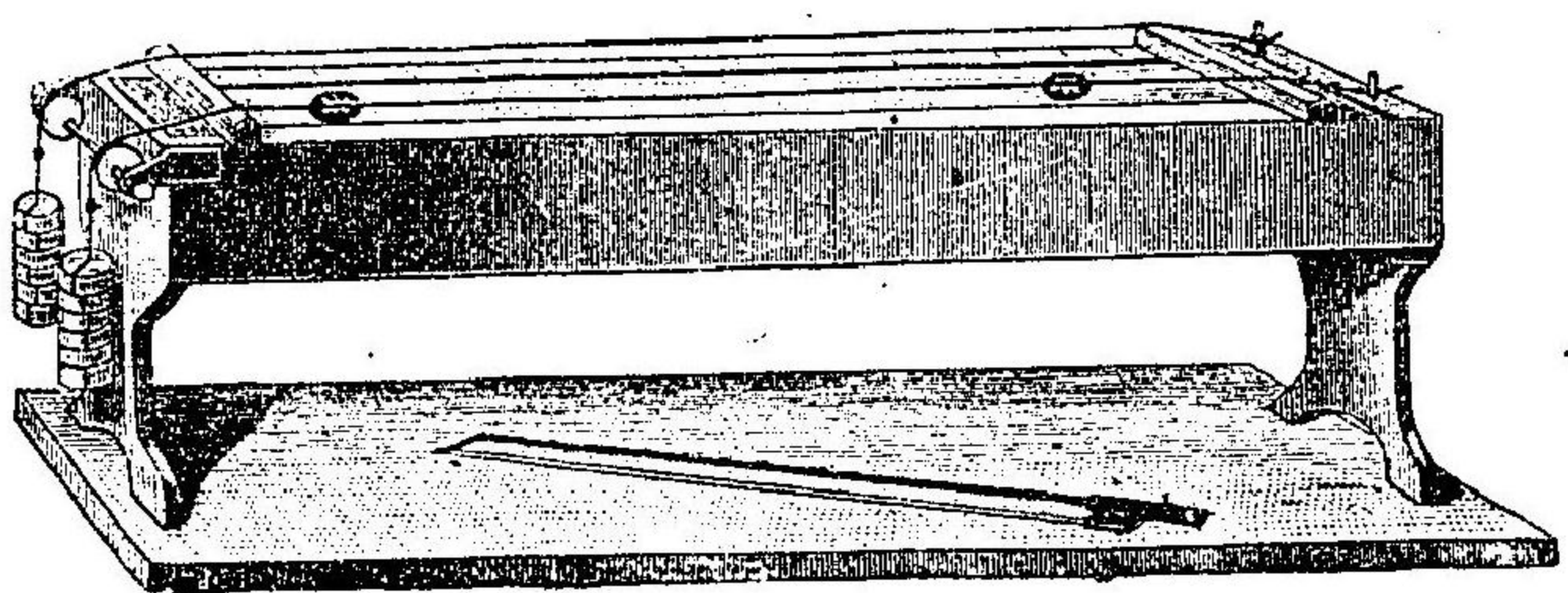
符號	C	D	E	F	G	A	B	C
振動數ノ比	24	27	30	32	36	40	45	48
24ニテ除セバ1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

右表中Cノ振動數ハ24ト假定スレドモ決シテ一定セルモノニアラズ、如何ナル音ニテモ原音トシテ之ヨリ右表ニ示ス比ニテ漸漸高キ音ヲ得Cニ至リ「オクターブ」トナル、是ヨリCヲ原音トシテ再ビ右表ノ比ニテ漸漸高キ音或ハ漸漸低キ音ヲ得ベシ。

(Cノ振動數ガ每秒一千ナルトキハGノ振動數如何)

樂器 (Musical instrument) 樂器ニ三種アリ、(一)弦ノ振動ニ基クモノ、例ヘバ琴、三味線、琵琶、ヴァイオリン等ナリ、(二)空氣ノ振動ニ基クモノ、例ヘバ風琴、笛、喇叭等ナリ、(三)板或ハ薄膜ノ振動ニ基クモノ、例ヘバ銅羅、大鼓、鼓等ナリ、而シテ(一)及(二)ハ

第九圖

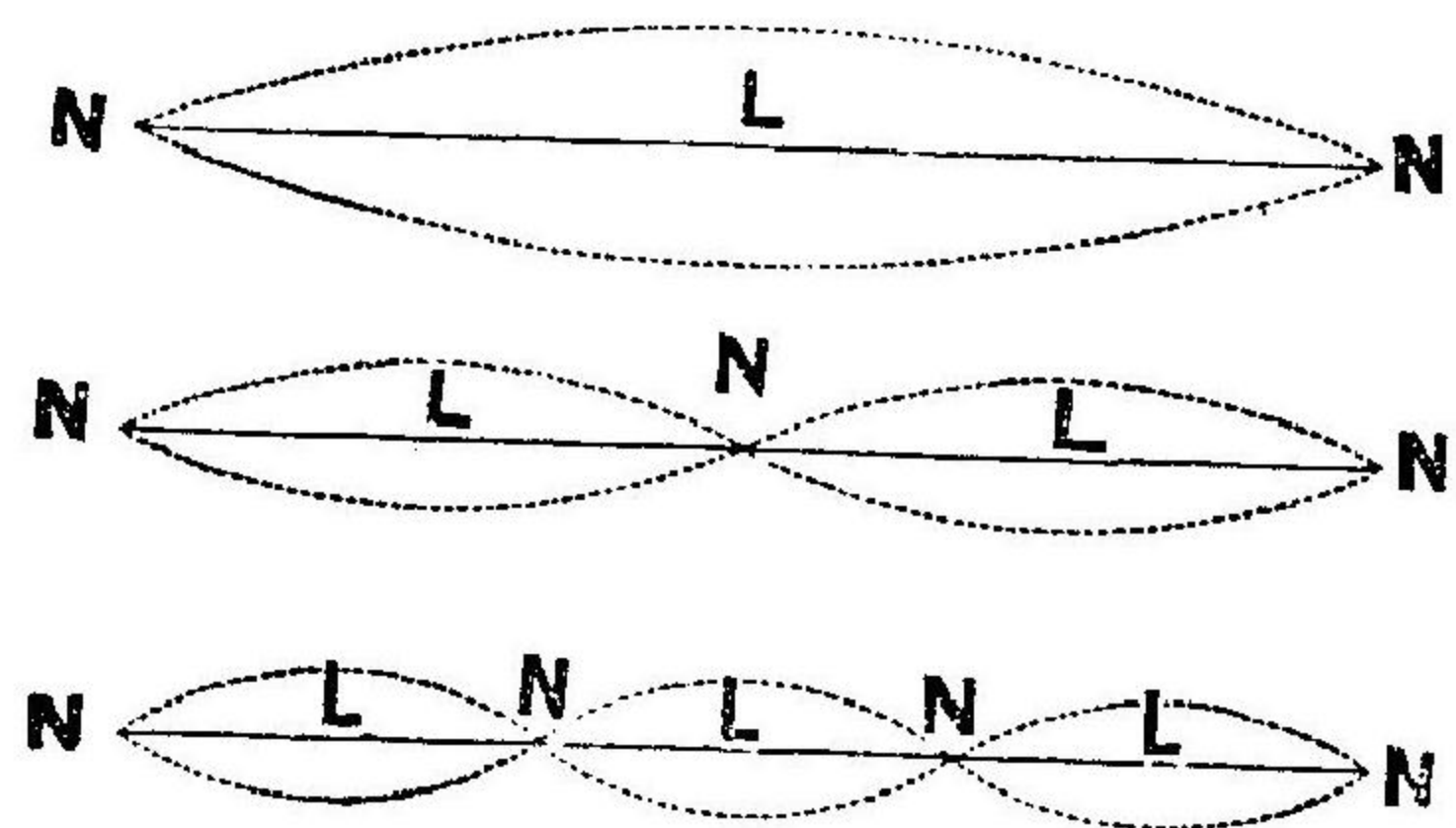


第五編 音ニ就キテ

音階ニ合スレバ眞ノ樂器ト稱スルヲ得ベシト雖モ、(三)ハ音階ニ合スルモノニアラザルガ故ニ、眞ノ樂器ト稱スルコトヲ得ザルナリ。

(一)弦ノ振動 直徑ニ大小アル二筋ノ弦ヲ取り、其一端ヲ第九四圖ニ示ス「ソノメートル」(Sonometer)ト稱スルモノニ固著シ、他端ニ滑車ヲ經テ重量ヲ懸垂シテ以テ弦ノ張力ヲ計ルヲ得セシメ、而シテ弦ヲ彈セバ原音ヲ發スベシ、其弦ノ振動セザル兩端ヲ節(Node)ト云ヒ、中央ノ最モ振動スル點ヲ腹(Loop)ト云フ。今枕ヲ弦ノ中央ニ置キテ彈セバ、「オクターヴ」ヲ發ス、是時弦ノ兩端及其中中央點ハ節トナリ、節ト

第九五圖



節トノ中間ハ常ニ腹トナル、次ニ枕ヲ
 絃ノ一端ヨリ三分ノ一ノ所ニ置キテ
 彈セバ、三倍ノ倍音ヲ發ス、而シテ絃ノ
 兩端、及兩端ヨリ絃ノ三分ノ一ノ所皆
 節トナル、節ト節トノ中間ハ常ニ腹ト
 ナル、餘ハ之ニ準ズ。但シ第九五圖ノN
 ハ節ニシテLハ腹ナリ。

次ニ絃ニ懸垂セル重量ヲ四倍増セバ、
 絃ノ張力ヲ四倍増シ、其振動數ハ二倍増ス。次ニ絃ハ同一ノ
 長サ、及同一ノ張力ヲ有スルモ、絃ノ直徑二倍ノ太キ絃ハ、振
 動數二分ノ一トナル、故ニ左ノ定則アリ。

(一) 同一ノ絃ニシテ且其張力一定セルトキハ、音ノ高サハ其
 長ニ反比例ス。

(二) 同一ノ絃ニシテ其長サ一定セルトキハ、音ノ高サハ其張
 力ノ平方根ニ正比例ス。

(三) 絃ノ張力及長サ一定セルトキハ、音ノ高サハ絃ノ直徑ニ
 反比例ス。

(四) 絃ノ長サ、張力、及直徑一定セルトキハ、音ノ高サハ絃ノ物
 質ノ密度ノ平方根ニ反比例ス。

實驗 「ソノメートル」ノ絃ノ上ニ所所ニ輕キ紙片ヲ置キテ
 之ヲ彈セバ、節、及腹ノ所在ヲ明カニ知ルコトヲ得ベシ。

次ニ長サ、及張力ヲ種種變化シテ、以上ノ諸ノ定則ノ確實ナ
 ルヲ試ムベシ。

(三) 味線、及琴等ヲ彈ツツアルトキ如何ニシテ音ノ高サヲ
 變ズルヤ)

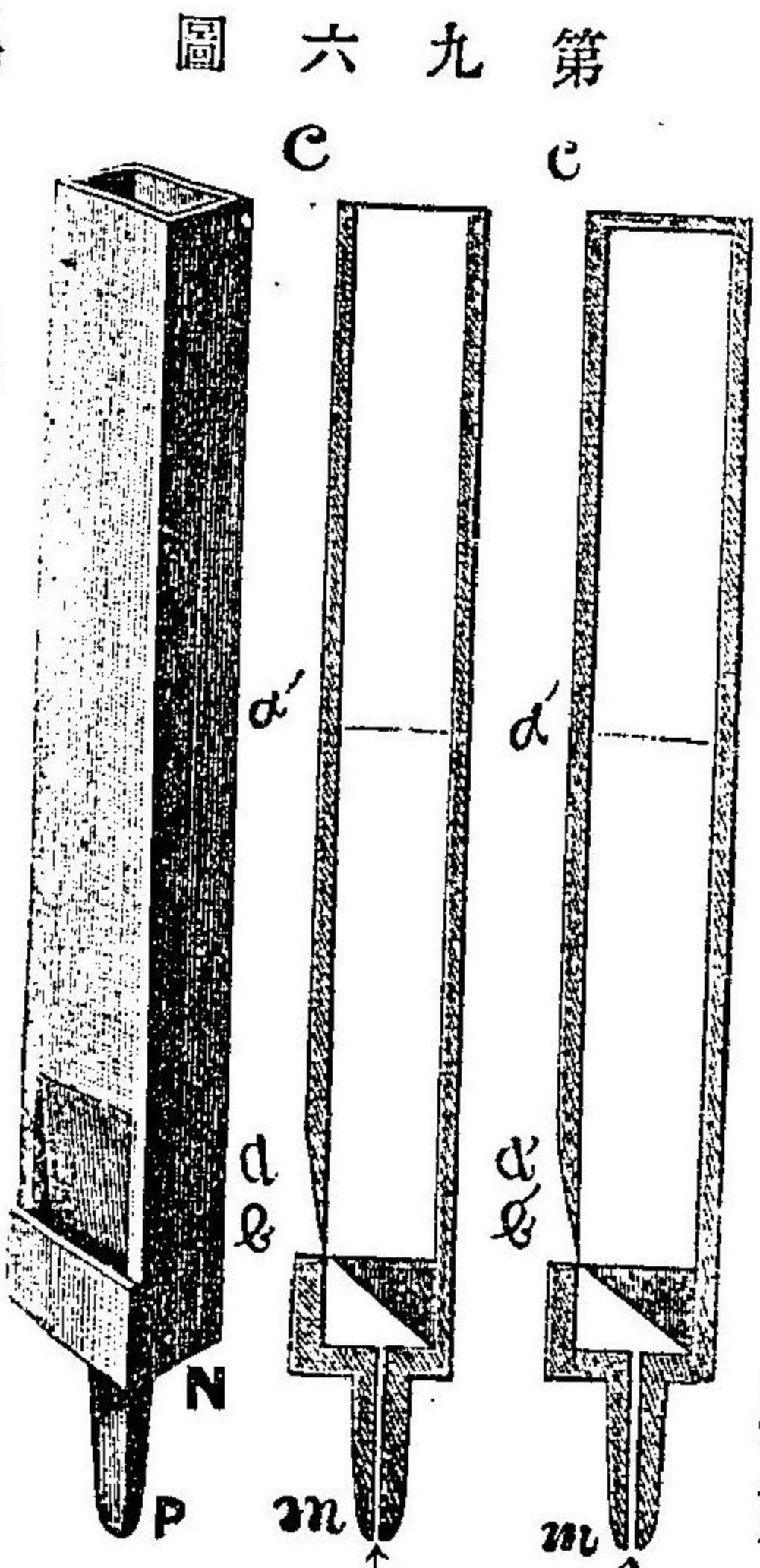
二〇〇

(二) 空氣ノ振動 此種ノ樂器ニ二種アリ、(甲)舌機(Reed)ト稱

シテ自由ニ振動スルコトヲ得ル薄片ヲ有スルモノ、箏、篳篥ハ其例ナリ、(乙)舌機ヲ有セザルモノニシテ、風琴管、笛、尺八、喇叭等ハ其例ナリ。

三三

風琴管 (Organ pipe) 第九六圖ノ中央ニアルモノハ、風琴管ノ切斷面ヲ示スナリ、*m* ヨリ空氣ヲ吹キ込メバ空氣ハ *a*



ナル尖リタル板ニ衝突ス、然ルトキ板ハ種種ノ振動ヲナスモ、*a*、*c* ナル空氣ノ柱ハ其一ノ格段ナル振動ニ共

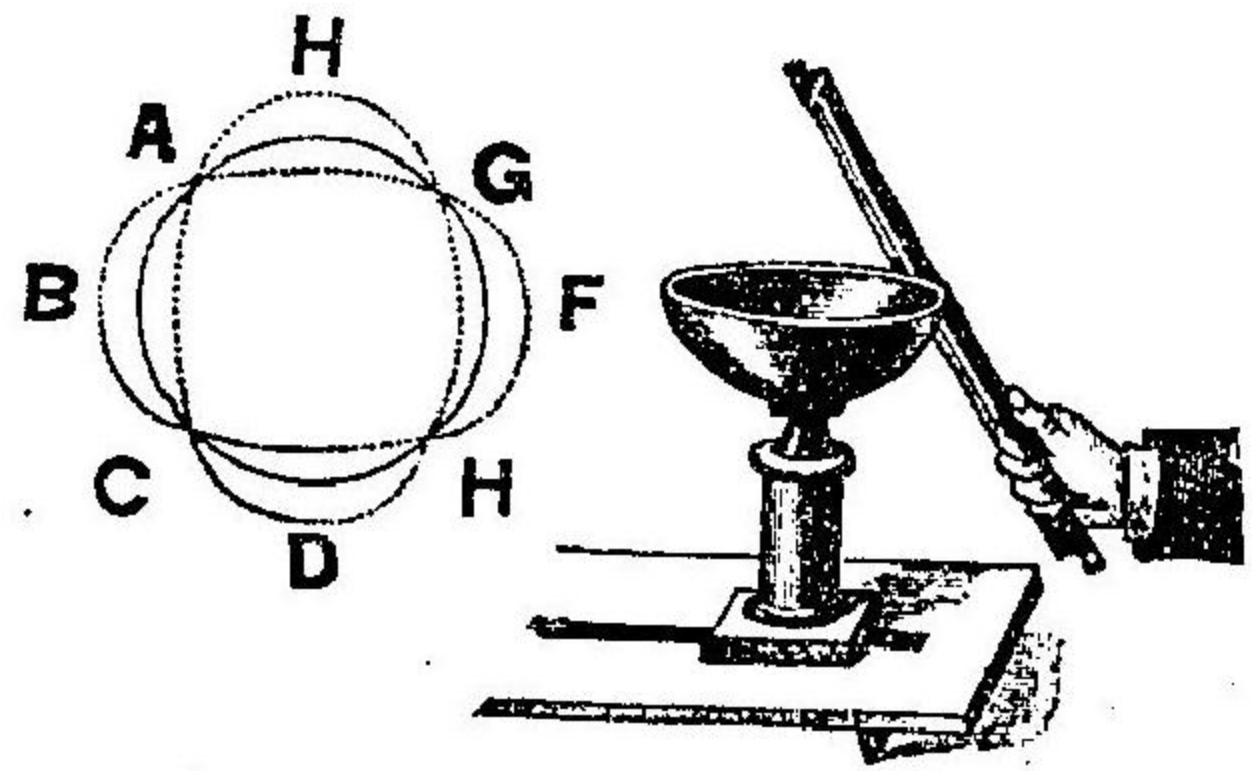
鳴シテ強キ音ヲ發ス、而シテ *a* 及 *c* ノ所ニ於テハ、空氣最モ自由ニ振動スルガ故ニ腹トナリ、*a* ト *c* トノ中間 *d* ニ於テ、振動最モ少ナキ所即チ節ヲ生ズ、而シテ *c* ハ空氣ニ開通ス

ル故ニ之ヲ開管ト稱ス。同圖ノ右ニアルモノハ *c'* ニ於テ閉塞スルガ故ニ之ヲ閉管ト稱ス、而シテ *a'* ハ腹トナリ、*c'* ハ節トナル。開管ニ於テハ波長ハ其管ノ長サノ二倍ニ等シケレドモ、閉管ニ於テハ波長ハ其管ノ長サノ四倍ニ等シ、然ルニ波長ト振動數トハ反比例ヲナス故ニ前者ノ振動數ハ後者ノ振動數ヨリ二倍多シ、若シ開管及閉管ニ激シク空氣ヲ吹キ込メバ何レモ皆倍音ヲ發スルコトヲ得ルモノナリ。

實驗 閉管ニ於テ共鳴スル空氣ノ柱ノ長サヲ種種變ズレバ、其音ノ高サ變ズルコトヲ試ミルベシ。
(笛ヲ吹クトキ指ヲ以テ笛ニアル種種ノ孔ヲ開閉スルハ何故ナルヤ)

(三)板或ハ薄膜ノ振動ニ基クモノ 第九七圖ノ如ク、鈴ニ水ヲ入レ胡弓ニテ其縁ヲ摩スレバ、音ヲ發シ同時ニ水ノ

圖七九第

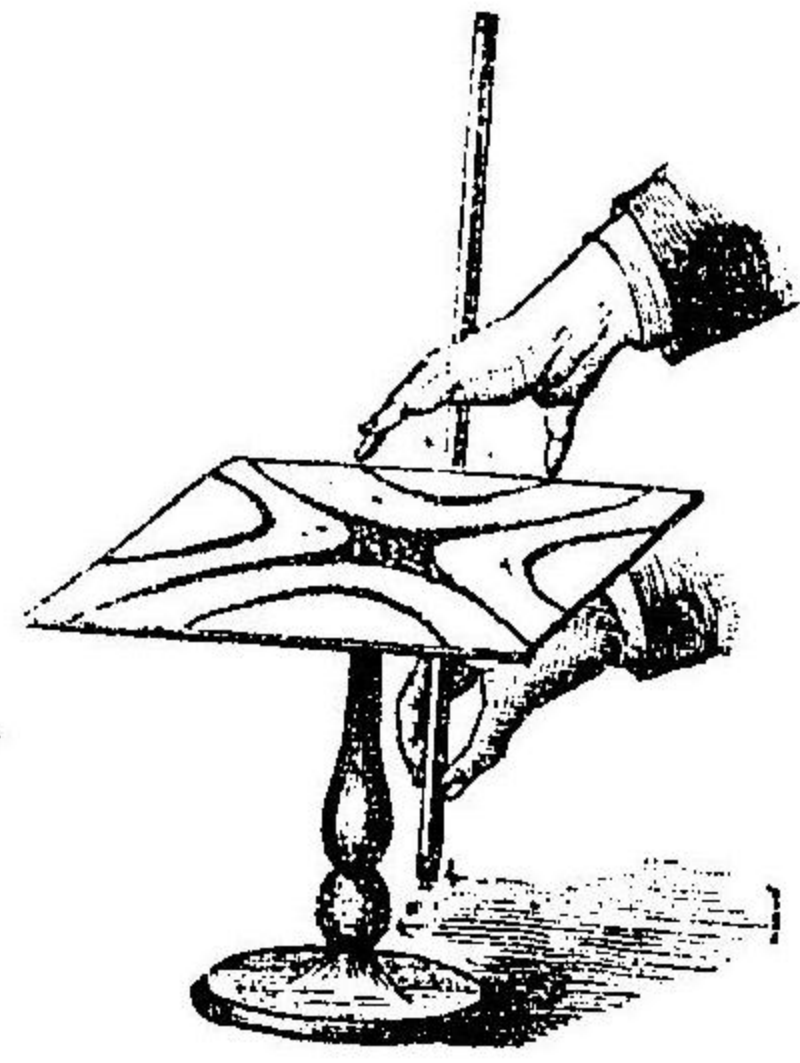


波ヲ起ス、鈴ノ振動スルヤ、或時ハA、B、C、E、F、Gノ如ク、又或時ハA、C、D、E、G、Hノ如ク振動シテA、C、E、Gハ節ヲナス。

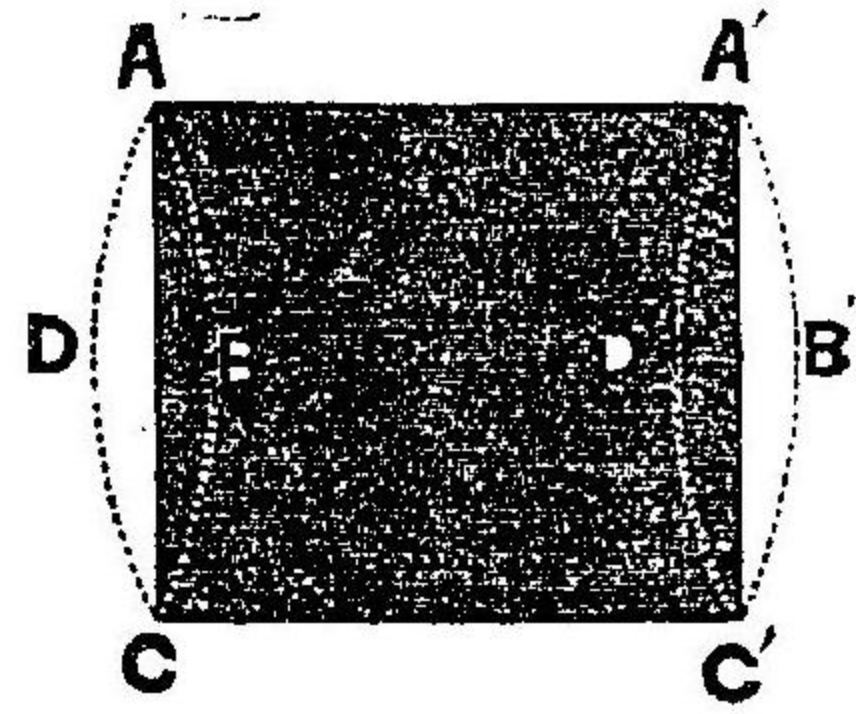
第九八圖ノ如ク、眞鍮ノ板ノ一部ヲ支柱ニテ固定シ、其上ニ細小ナル砂ヲ一様ニ撒キ、胡弓ニテ其縁ノ一部ヲ摩スレバ音ヲ發ス、此時砂ハ或曲線ヲナシテ一定ノ所ニ集マル、是レ即チ節ナリ、砂ノ存在セザル所ハ振動ノ最モ甚シキ部分ニシテ腹ナリ。

實驗 眞鍮板ノ各部分ヲ強ク指ニテ壓シ以テ種々ノ節ヲ作り試ムベシ。

圖八九第



圖九九第



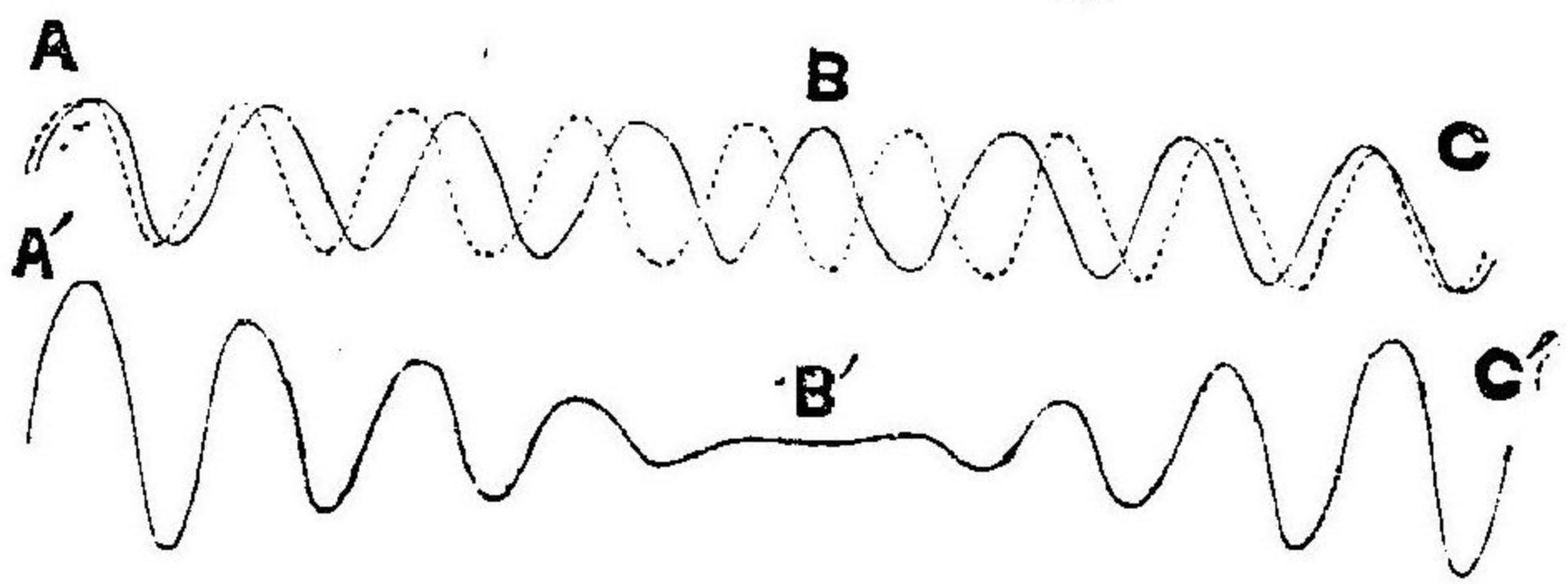
實驗 鈴ヲ鳴ラシ水波ヲ見ルベシ。

第九九圖ノ如ク、太鼓ノ一方ACヲ打テバ膜ハABCノ如ク曲ル、同時ニ太鼓内ノ空氣ハ濃密ノ波ヲ生ズ、此波ガ漸漸傳達シテ他ノ膜ハA'B'C'ノ如ク曲ル、此瞬間ニABCハ自己ノ彈性ニヨリABCトナル、故ニ兩膜ハ同シキ瞬間ニ於テ外部ニ曲リ、又他ノ瞬間ニ於テ内部ニ曲ルモノナリ。

唸リ (Beat) 一單位ノ時間ニ殆ンド同數ノ振動ヲナスニツノ音又チ同時ニ鳴ラストキハ或時ハ強ク、或時ハ弱ク、一種異様ノ音ヲ發ス之ヲ唸リト稱ス。梵鐘ノ振動スルヤ振動スル部分幾分カ不規則ナルガ故ニ最モ能ク唸リヲ生ズルモノナリ、左ニ其理ヲ説明センニ、第一〇〇圖ノABCナル黑線ヲ以テ某時間ニ七回ノ振動ヲナス音波ヲ示シ、點線ヲ以テ

|||||

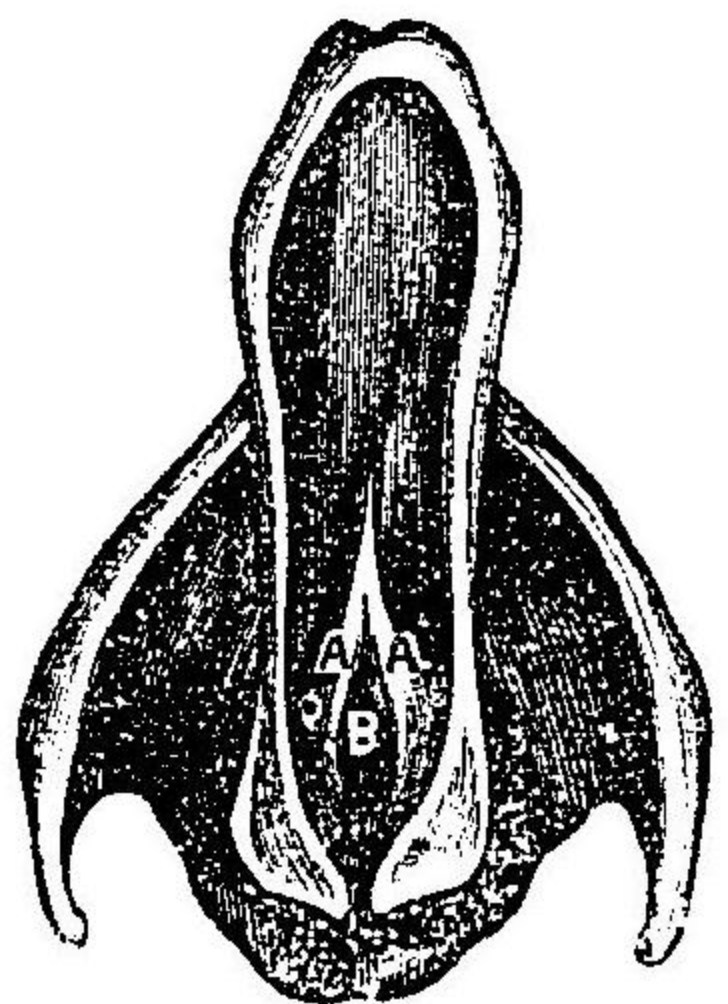
第一〇〇圖



トスルトキハA及Aハ互ニ相接近シテ呼出セラルル空氣ノ爲メニ振動セラル、而シテ口腔及鼻腔ノ内ノ空氣ハ之ニ

八回ノ振動ヲナス音波ヲ示ストシテ、是ノ二ツノ音波ヲ合成スレバA'B'C'ナル曲線ガ示ス如キ音波トナリテ、A'ニ於テ音強クB'ニ於テ弱ク再ビC'ニ於テ強ク、斯ノ如クシテ音ノ強弱ヲ生ズルモノナリ。
發聲機(Speaking organ) 肺臟ヨリ呼出セラルル空氣ガ喉頭ヲ通過シテ聲帶ト稱スル薄膜ガ互ニ相接近シテ振動スルトキハ、音聲(Voice)ヲ發ス、第一〇一圖ノA及Aハ聲帶ニシテBハ聲門ナリ、呼吸ノ際ニハ空氣ハ自由ニBヲ通過スルモ、音聲ヲ發セン

第一〇一圖



共鳴スルモノナリ、女子及小兒ハ聲帶小ニシテ且薄キ故ニ男子ヨリ高キ音ヲ發ス、通常ノ音聲ハ、一秒間ニ百ヨリ千迄ノ振動數ナリト云フ。

言語ノ原理(Principle of speech) 言語トハ口腔、鼻腔、舌及唇等ノ形狀ノ變化ノ爲メニ種種變調(Modulate)サレタル音聲ヲ云フ、而シテ純粹ノ母音ハ皆口ヨリ呼吸ヲ吐出シテ發セラレタル音聲ナレドモ、口孔ヲ大小ニシ或ハ舌ノ位置ヲ上下スルヨリ異リタル母音ヲ生ズ例ヘバEハ舌ノ位置少シク上リ口孔狭小トキ發セラレ、Aハ口孔最廣ク開クトキ發セラレUハ舌ノ後部上リ且口孔圓形ヲナストキ發セラルルナリ、或子音モ亦咽喉及口ノ形狀ヲ種種變化シテ呼吸ヲ壅塞セズシテ發セラル、例ヘバS, SH, L, R, F等ハ舌及唇

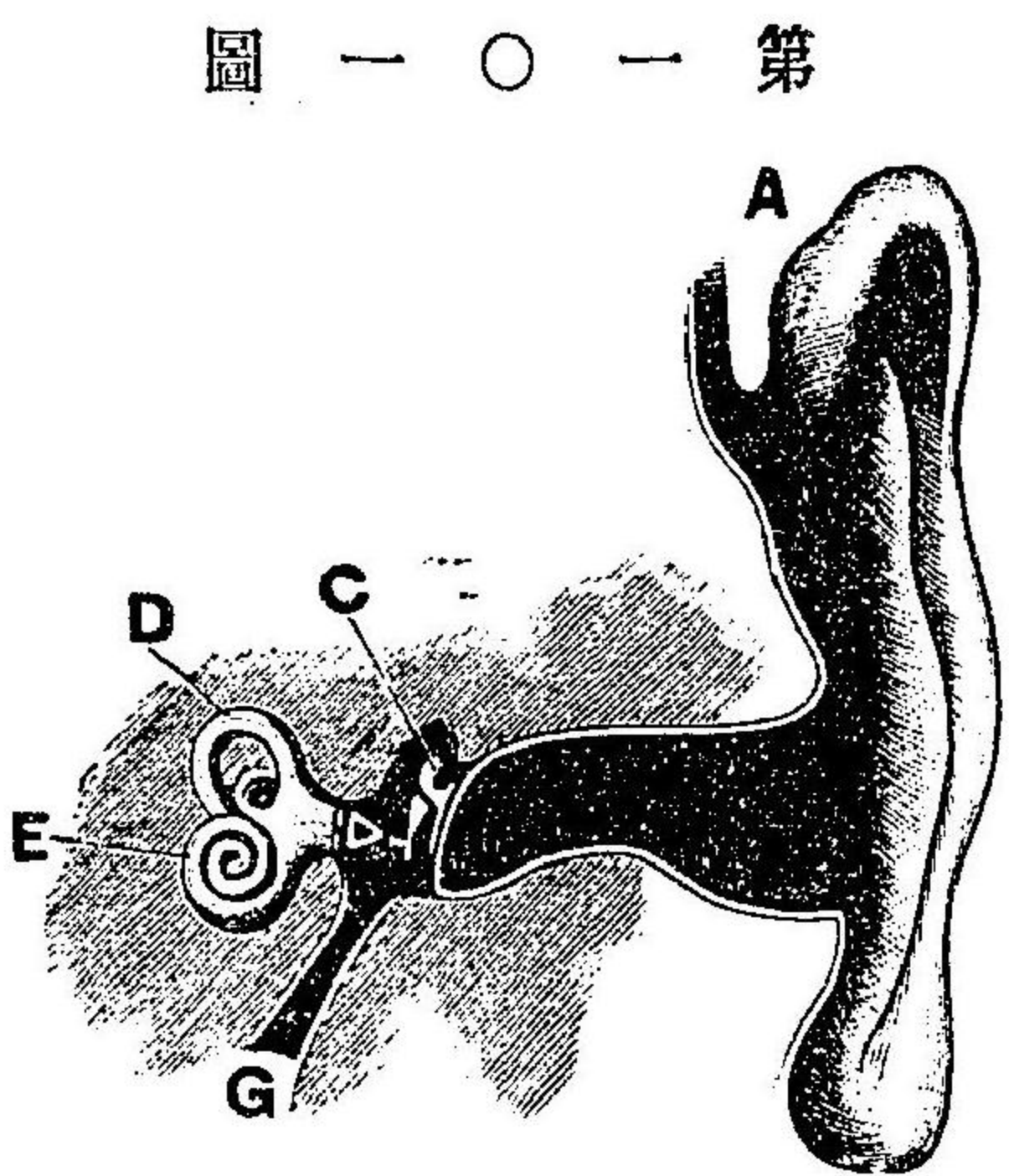
ニテ口腔及口孔ヲ種種ニ變化シテ大氣流ヲ押シ出ストキ發セラル、然レドモM及Nハ特ニ口孔ヲ通過スル大氣流ヲ壅塞シテ鼻孔ヨリ通路ヲ開キテ發セラル、就中Mハ口孔及兩唇ニ由リテ壅塞セラレ、而シテNハ舌ヲ上顎ニ壓シテ大氣流ヲ塞グトキ發セラレ、又B及Pハ口孔先ヅ兩唇ニ由リテ閉ヂラレ、然ル後大氣流ヲ爆發的ニ押シ出ストキ發セラレ、T及Dハ齒牙若クハ上顎ノ前部ニ壓セル舌端ヲ卒然隔離スルトキ發セラレ、K及Gハ舌ノ後部ガ上顎ノ後部ヲ壓スルトキ發セラルナリ。

○ナル母音ハ如何ニシテ發セラレルヤ
 (鼻孔ノ塞ガリタルトキノ音聲ハ通常ノトキノ音聲ト稍異ナレリ其理如何)

二二六

聽音機 (Hearing organ) 聽音機即チ耳ハ(一)外耳、(二)中耳、(三)

内耳ノ三部ヨリ成ル、外耳Aハ音波ヲ集ムルモノニシテ外耳ノ終極ニ鼓膜ト稱スル薄キ膜アリテ音波ハ此ノ膜ヲ打チテ振動セシム、此ノ振動ハ中耳ノ耳骨Cニ達ス、之ヨリ三ツノ半規管D(圖ニハ其一ヲ示スノミ)及蝸牛殻Eヨリ成ル所ノ内耳ニ達ス、内耳ノ内部ニハ聽神經ノ末端ガ分布セララルガ故ニ、聽神經ハ刺激ヲ受ケ遂ニ此振動ヲ腦髓ニ



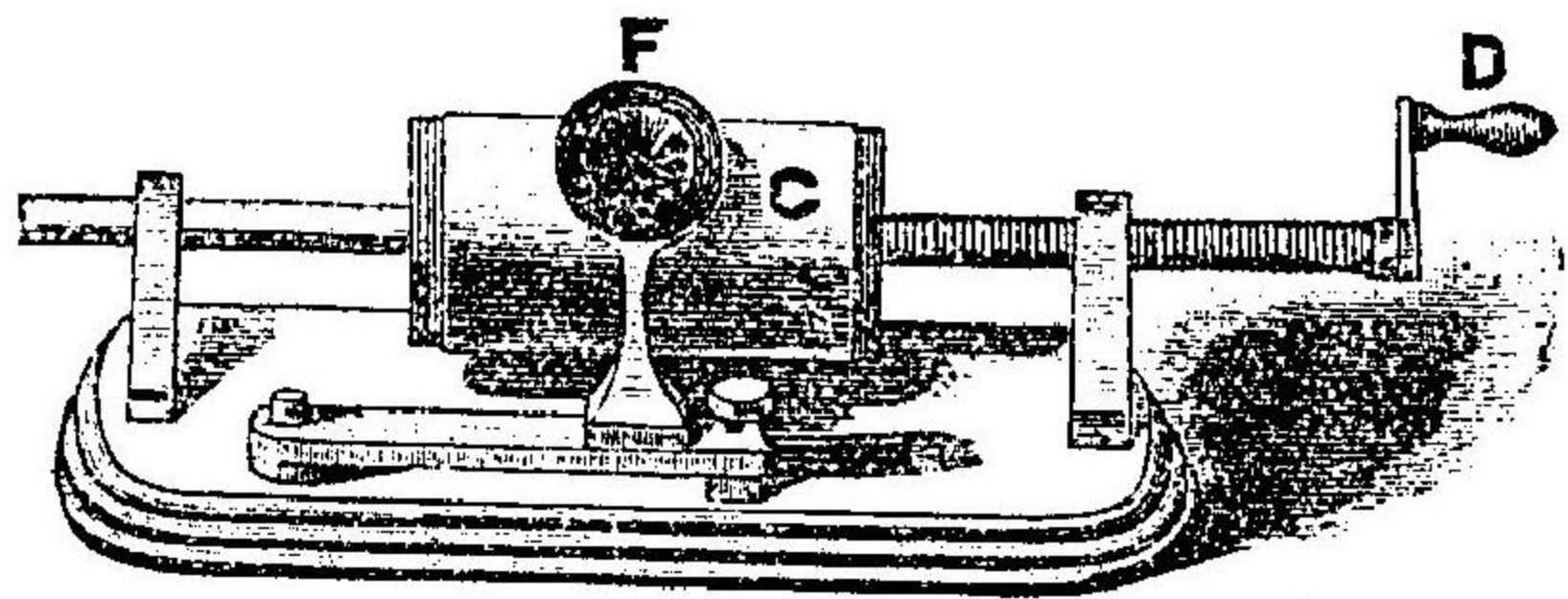
第一〇一圖

傳フルモノナリ。但シGハ中耳ヨリ咽喉ニ通ズル溝ナリ。而シテ通常ノ耳ハ一秒間十六乃至三萬ノ振動數ナル音ヲ感ズト云フ。

二二七

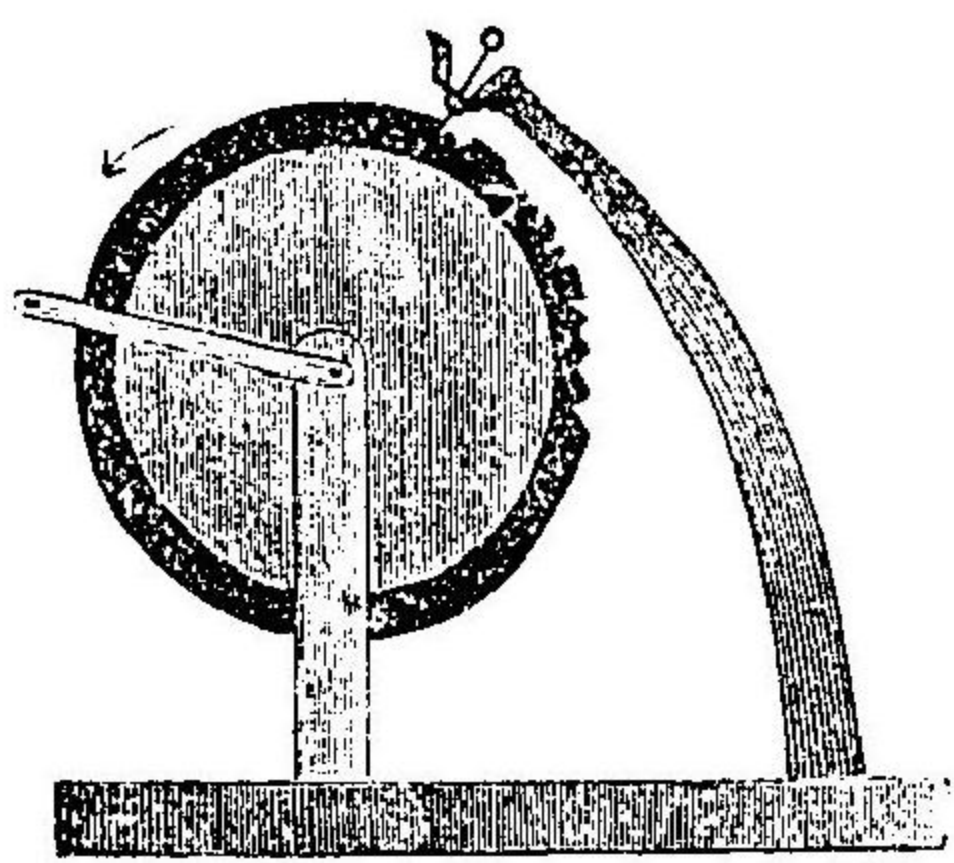
蓄音機 (Phonograph) 第一〇三圖ハ蓄音機ノ構造ヲ示シ

第一〇三圖



第一〇四圖ハ其横断面ヲ示ス、即チFハ口部ト稱シテ口ヲ當テテ音聲ヲ發スル部分ニシテ、其底ハ頗ル薄キ板ニテ終リ而シテ、其板ニ頗ル細キ鋼鐵ノ針ヲ固着セリ、而シテ此針ハ特種ノ蠟ヨリ製セラレタル圓筒Cニ接ス、此圓筒ノ軸ヲDナル「クランク」ニテ一様ニ回轉セシムルトキハ圓筒ハ其軸ニ切リタル螺旋ニヨリテ等速度ヲ以テ左右ニ運動スルモノナリ、此時口部ニ於テ音聲ヲ發スルトキハ其板振動シテ遂ニ針ヲ振動セシム、針振動スルトキハ蠟ノ圓筒上ニ種々ノ深淺及粗密ノ痕跡ヲ印ス、故ニ若シ其ノ音聲ヲ蘇生セシメンニハ口部ヲ取り離シテ圓筒ノ軸ヲ反對ノ方向ニ回轉セシメテ、耳部(口部ト構造

第一〇四圖



ヲ同フシテ音聲ヲ聞ク部分ナリ)ノ針ヲ最初口部ノ針ガ圓筒ニ印セシ位置ニ全ク適合セシメ、再ビ前ノ如ク回轉セシムレバ前ト同一ノ音ヲ蘇生ス、換言スレバ音波ハ蠟製ノ圓筒上ニ彫刻セラレルガ故ニ幾年間モ音聲ヲ蓄フルコトヲ得ルノミナラズ、幾回モ同一ノ音聲ヲ蘇生セシムルコトヲ得ベキモノナリ、但シ現今ハ口部及耳部ノ薄板ハ玻璃板ヲ以テ製シ而シテ臺ノ下ニアル時計仕掛ヲ以テ圓筒ヲ回轉スルナリ。

第五編ノ問題

- (1) 第八三圖ニ於テ勢ノ轉化ヲ述ベヨ
- (2) 音ヲ發シタル器ニ手ヲ觸ルレバ音忽チ止ム其理如何

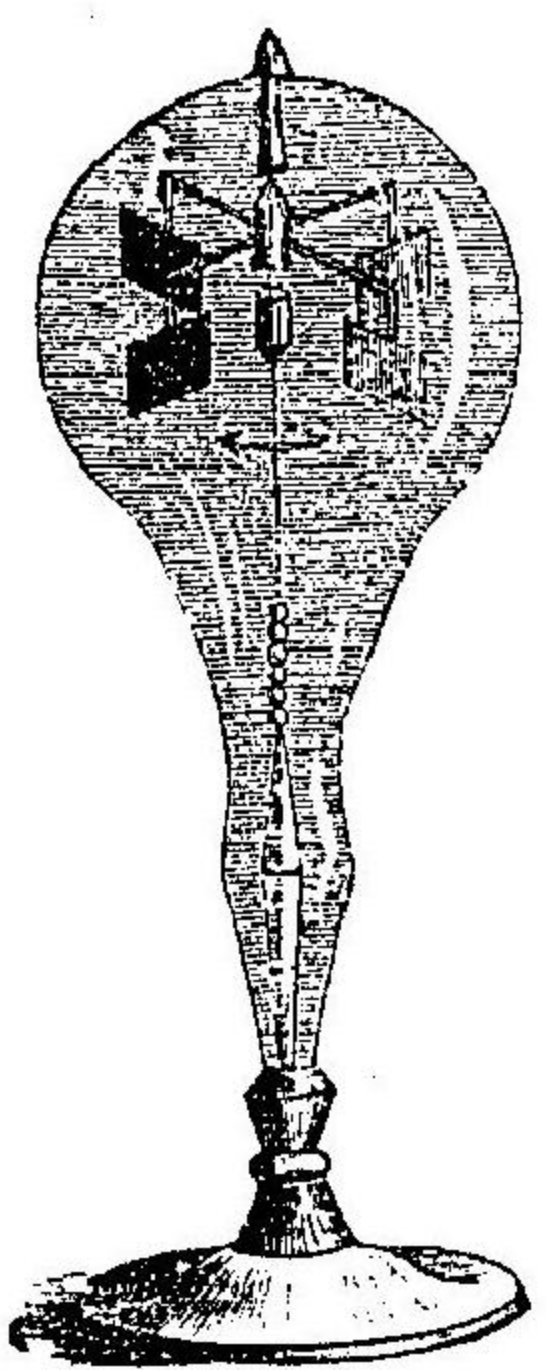
- (3) 爪ヲ以テ絹布ヲ摩スレバ音ヲ發ス其理如何
- (4) 海水面ニ於テ打チタル鐘聲ハ海底ヨリ返響シテ再ビ海面ニ至ルマデ三秒ヲ經過セリト云フ然ルトキハ海底ノ深サ如何
- (5) 二五キログラムノ張力ニテ毎秒五〇〇回ノ振動ヲナス絃アリ四九キログラムノ張力トナセバ振動數幾何トナルヤ
- (6) 掌ヲ耳後ニ置ケバ爾カセザルヨリモ明瞭ニ音響ヲ聽クコトヲ得其理如何

第六編 輻射ノ勢 (Radiant energy) ニ就キテ

輻射ノ勢 第一〇五圖ハ熱車ト名ヅグルモノニシテ眞空ニサレタル玻璃球ノ内ニ於テ垂直ノ軸ヲ以テ自由ニ回

轉スルコトヲ得ベキ數箇ノ「アルミニウム」ノ板ヲ有スルモノナリ、但シ是等ノ板ノ一面ハ悉ク煤ニテ塗抹サルルモノナリ、今之ヲ太陽、或ハ燈火等ノ近傍ニ保持セバ、アルミニウムノ板ハ矢ノ方向ノ如ク顯

第一〇五圖



勢ヲ得テ迅速ニ回轉スベシ、此顯勢ハ太陽或ハ燈火ヨリ發スル光及熱ノ勢ノ轉化セシモノナルヤ疑ナシ、而シテ光及熱ハ斷ヘズ太陽ヨリ非常ニ大ナル速度ヲ以テ眞空中ヲ通過シテ遂ニ地上ニ達ス、此熱ノ配布ヲ輻射 (Radiation) ト云ヒ斯ノ如キ光及熱ノ諸性質ハ相互ニ類似ノ點多キヲ以テ之ヲ合稱シテ輻射ノ勢ト云フ。

實驗 光或ハ熱ノ何レニテモ熱車ヲ運動セシムルヲ得ルコトヲ試ミルベシ。

光ノ波動説 (Undulation theory of light) 前章ニ述ブル

如ク光ハ太陽ヨリ真空中ヲ通過シテ地球上ニ達ス、然レドモ何物モ存在セザル真空中ヲ光ナル勢ノ輸送セラルルコト能ハザルベシ、故ニ物理學者ハ此真空中ノミナラズ諸物體ノ分子間ト雖モ「エーテル」(Ether)ト名クルモノ存在スルコトヲ信ゼリ、而シテ若シ此「エーテル」ノ中ニ波動ガ起ルトキハ光ヲ發スルコトヲ主張セリ、然レドモ「エーテル」ハ頗ル彈性ニ富ムモ頗ル稀薄ナルガ故ニ排氣機ヲ以テ能ク之ヲ除去スルコト能ハザルノミナラズ、或ハ之ヲ視或ハ之ヲ聽キ或ハ之ニ觸レ或ハ之ヲ味ヒ或ハ之ヲ秤ルコト能ハザルモノナレバ、單ニ假定説ニ過ザレトモ、光ハ「エーテル」ノ波動ナリトスレバ、光ノ諸現象ヲ説明スルコトヲ得ルガ故ニ吾人ハ充分ニ光ノ波動説ヲ信ズルノ價値アルモノナリトス。

光ノ直進 (Rectilinear propagation of light) 暗室ノ壁ノ

一小孔ヨリ光ノ入射スルヲ見レバ其方向直線ナルヲ知ル、是レ空氣中ニ常ニ浮遊セル細小ナル塵埃ガ光ヲ受ケテ自ラ輝クモノナルガ故ニ、此光ガ吾人ノ眼中ニ入射スルモノナリ。

發光體 (Luminous bodies) 自ラ光ヲ發スル物體ヲ發光

體ト云フ、例ヘバ太陽及諸種ノ燈火等ノ如シ、其他ノ總テノ物體ハ皆發光體ヨリ光ヲ受ケテ直ニ之ニ反射スルモノナリ、例ヘバ諸遊星ハ皆太陽ノ光ヲ受ケテ之ヲ反射セルモノナリ。

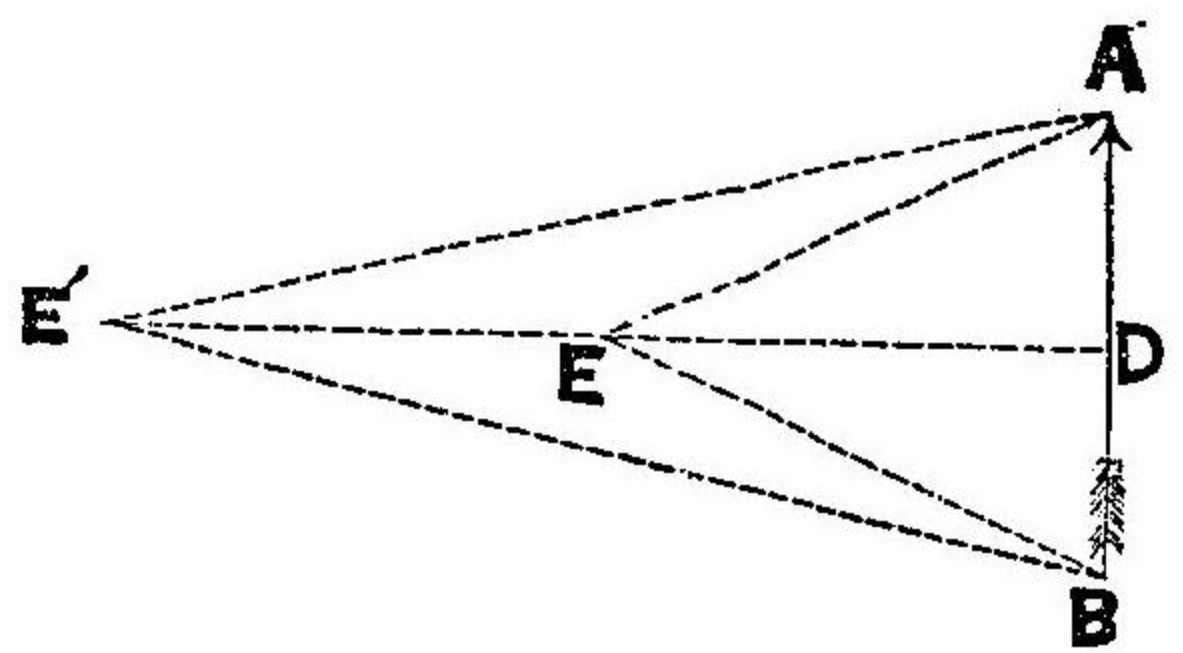
透明體及不透明體 (Transparent and opaque bodies) 光

ヲ自由ニ通過セシムルモノヲ透明體ト云フ、例ヘバ空氣、水、玻璃等ノ如シ、之ニ反シテ光ヲ全ク通過セシメザルモノヲ

不透明體ト云フ、例ヘバ樹木、金石等ノ如シ、而シテ幾分カ光ヲ通過セシムルモノアリ、之ヲ半透明體ト云フ、例ヘバ油紙、磨玻璃等ノ如シ。

一三三

視角 (Visual angle) 物體ノ上下ノ兩極端ヨリ發スル二ツ



圖六〇一第

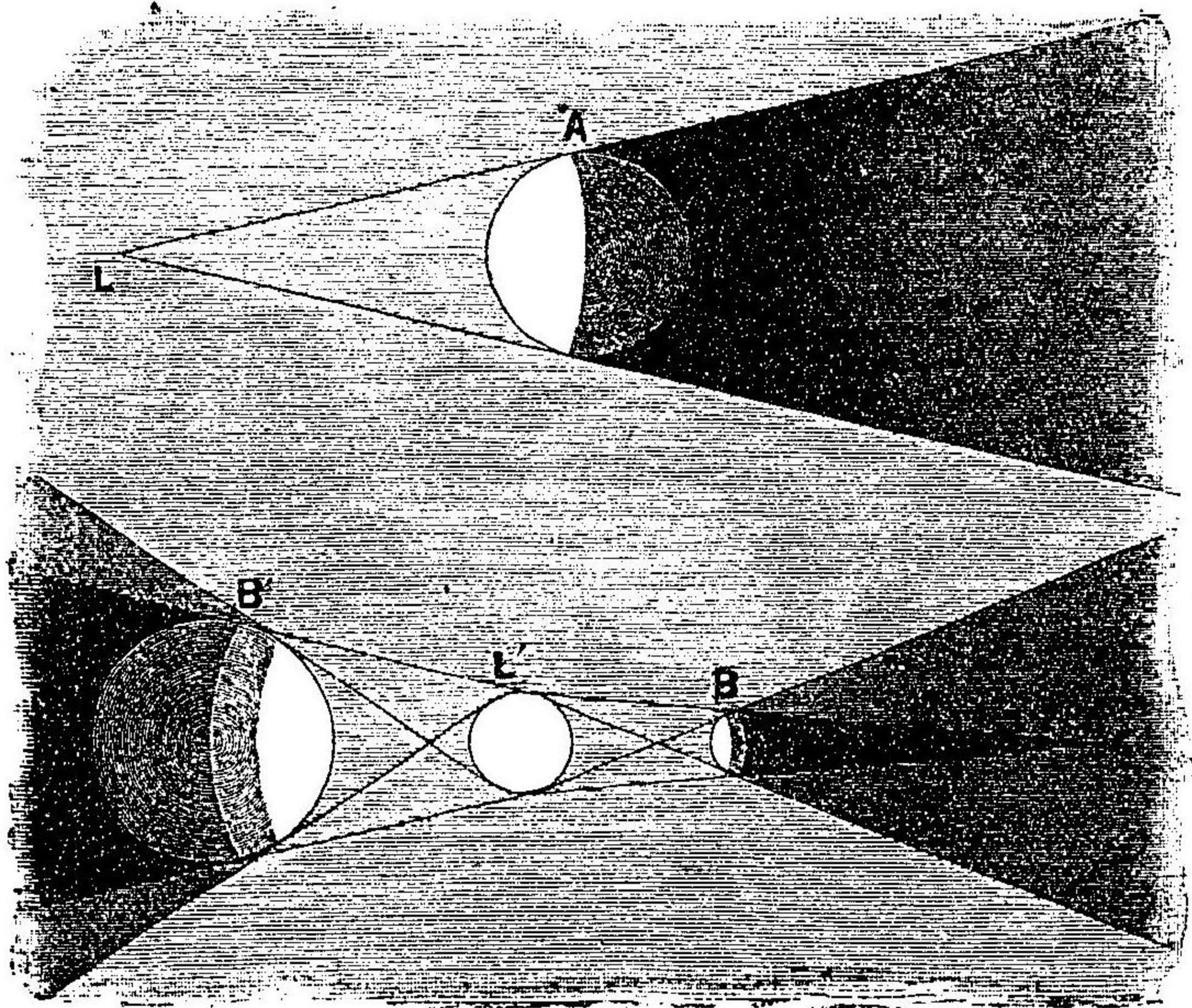
ノ光ガ眼ニ於テナス角ヲ視角ト云フ、第一〇六圖ノ如ク物體ABヨリDEナル距離ヲ隔テ、Eニ於テ之ヲ見ルトキハ視角ハ $\angle AEB$ ナリ、若シDEノ二倍ナルDE'ナル距離ヲ隔テE'ニ於テ之ヲ見ルトキ視角ハ $\angle AEB'$ ナリ、然ルニ角 $\angle AEB$ ハ小ナルトキハ角 $\angle AEB'$ ナリ、凡ソ二倍ニ等シクシテE'ニ於テハEニ於ケルヨリ物體ハ二倍ノ大サトナリテ見ユルガ故ニ、物體ノ見懸ケノ大サ (Apparent size) ハ其物體ト吾人ノ眼トノ距離ニ反比例スルモノナリ。

一三四

陰影 (Shadow) 第一

〇七圖上ノ如ク發光體ガ一點Lナルトキハ球狀ノ物體Aノ後部ニ陰影ヲ生ズ、然レドモ第一〇七圖下ノ如ク發光體Lガ球狀ナルトキハ、物體B及B'ノ後部ニ陰影及半陰影ヲ生ズ、陰影ハ少シモ光ヲ受ケザル部分ナレドモ半陰影ハ

圖七〇一第



第六編 輻射ノ勢ニ就キテ

薄暗キ陰影ナリ、即チ半陰影ハLノ一部分ノミヨリ光ヲ受クルニ由ル。

(日蝕及月蝕ノ時太陽地球及月ノ位置如何ニナルヤ)

(電信線ノ陰影ハ線自身ヨリ大ナリ其理如何)

一三五

光線 (Rays of light) 光ハ直進スルモノナルガ故ニ直線ヲ

以テ示シ之ヲ光線ト稱ス。第一〇八圖甲ノ如ク、其方向平行

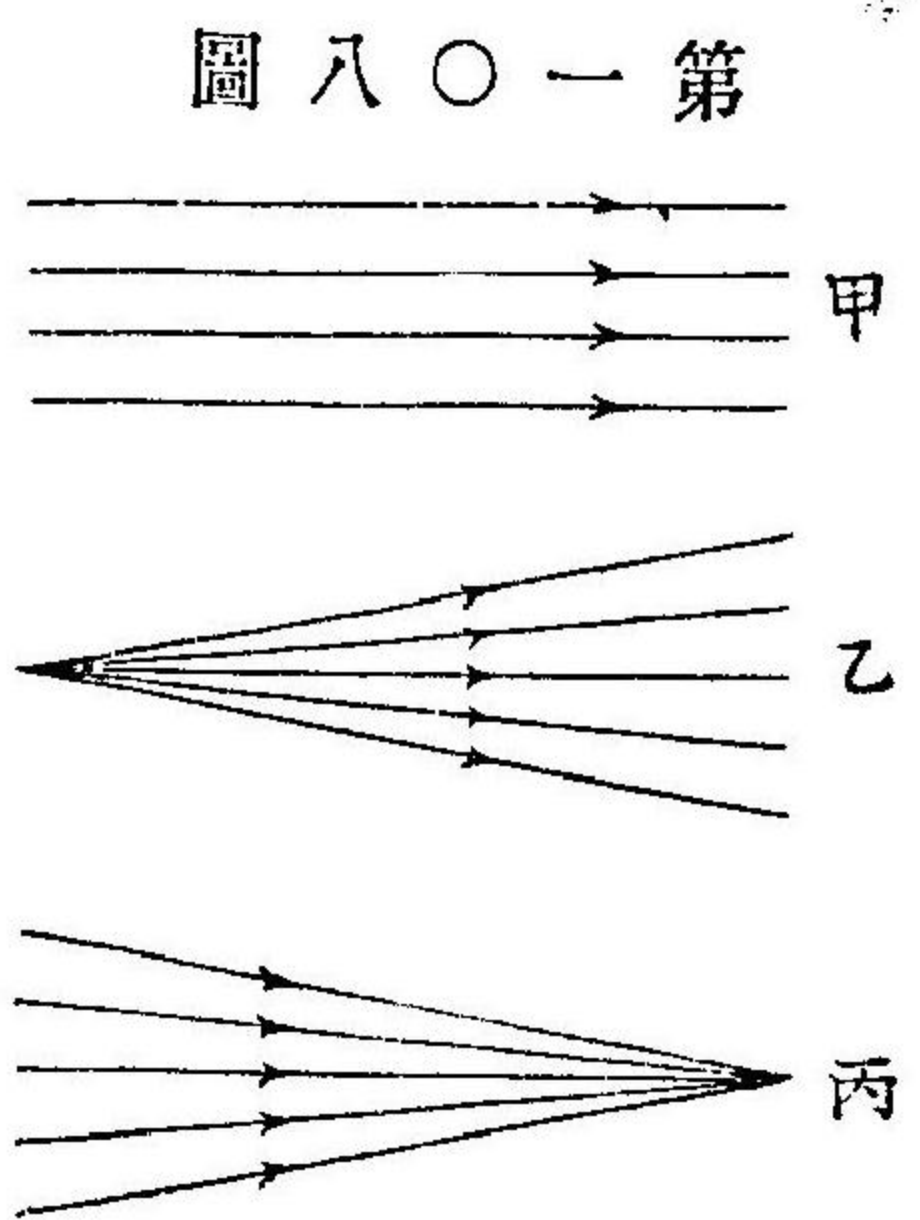
ナルトキハ平行光線ト云ヒ、同圖乙

ノ如ク光線ガ一點ヨリ廣ガルトキ

ハ發散光線 (Divergent rays) ト云ヒ、同

圖丙ノ如ク、一點ニ集ルトキハ收斂

光線 (Convergent rays) ト云フ。



第一〇八圖

(太陽ヨリ地球上ニ來ル光線ハ凡ソ平行ナリ其理如何)

一三六

光度 (Intensity of light) 光ノ強サヲ光度ト稱シ一單位ノ

面積ノ受クル光ノ分量ナリ、今第一〇九圖甲ニ於テLヲ光

源トシLB、BC、CD共ニ相等シトシBニ於

テノ面積ヲ一單位ノ面積トセバ、幾何

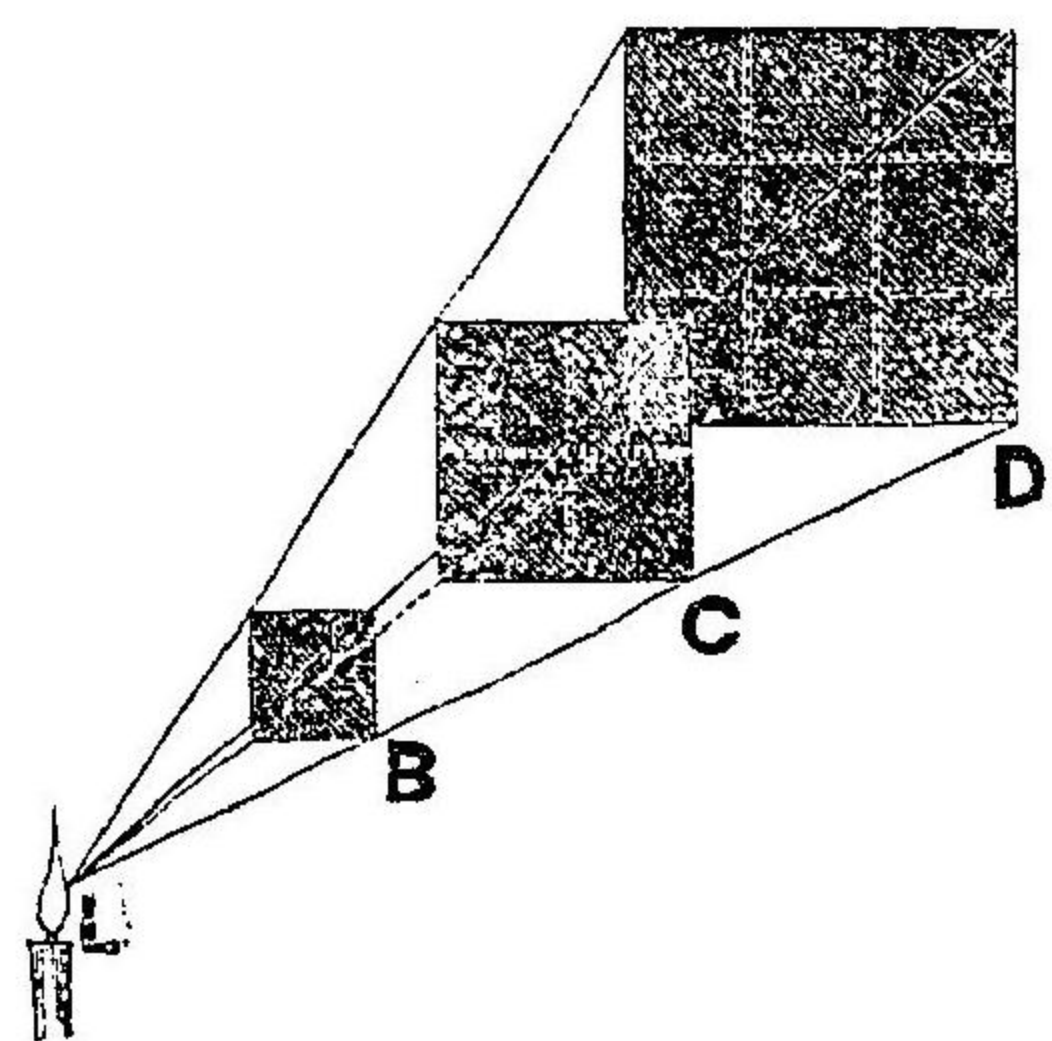
ニヨリCニ於テノ面積ハ其四倍トナ

リ、Dニ於テノ面積ハ其九倍トナル、故

ニ光度ハC及Dニ於テソレゾレBニ

於テノ光度ノ四分ノ一及九分ノ一ト

第一〇九圖甲



ナル、因テ音ノ場合ト全ク等シク

光度ハ光源ヨリノ距離ノ自乗ニ反比例ヲナ

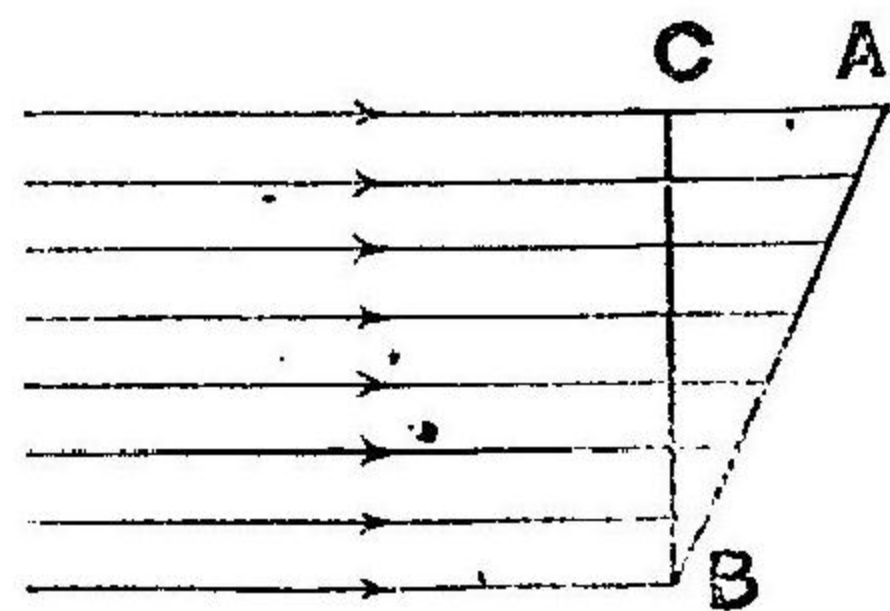
ス。

第一〇九圖乙ニ示ス如ク平行光線ガ其方向

ト直角ヲナス面積BCヲ照ストキハ其光度ハ

光ノ全量ヲ其面積ニテ除シタルモノニシテ

第一〇九圖乙



第六編 輻射ノ勢ニ就キテ

最大ナリ、若シ平行光線ガABナル面積ヲ照ストキハ其光度ハ減少ス、光線ガ面積ト平行ナルトキハ其光度零ナリ、即チ光度ハ照サルル面積ニ反比例スルガ故ニ、今Iヲ光ノ全量トシ角ABCヲトスレバ、

$$\text{三角餘} = \text{ヨリ } \frac{AB}{BC} = \frac{BC}{\cos^2}$$

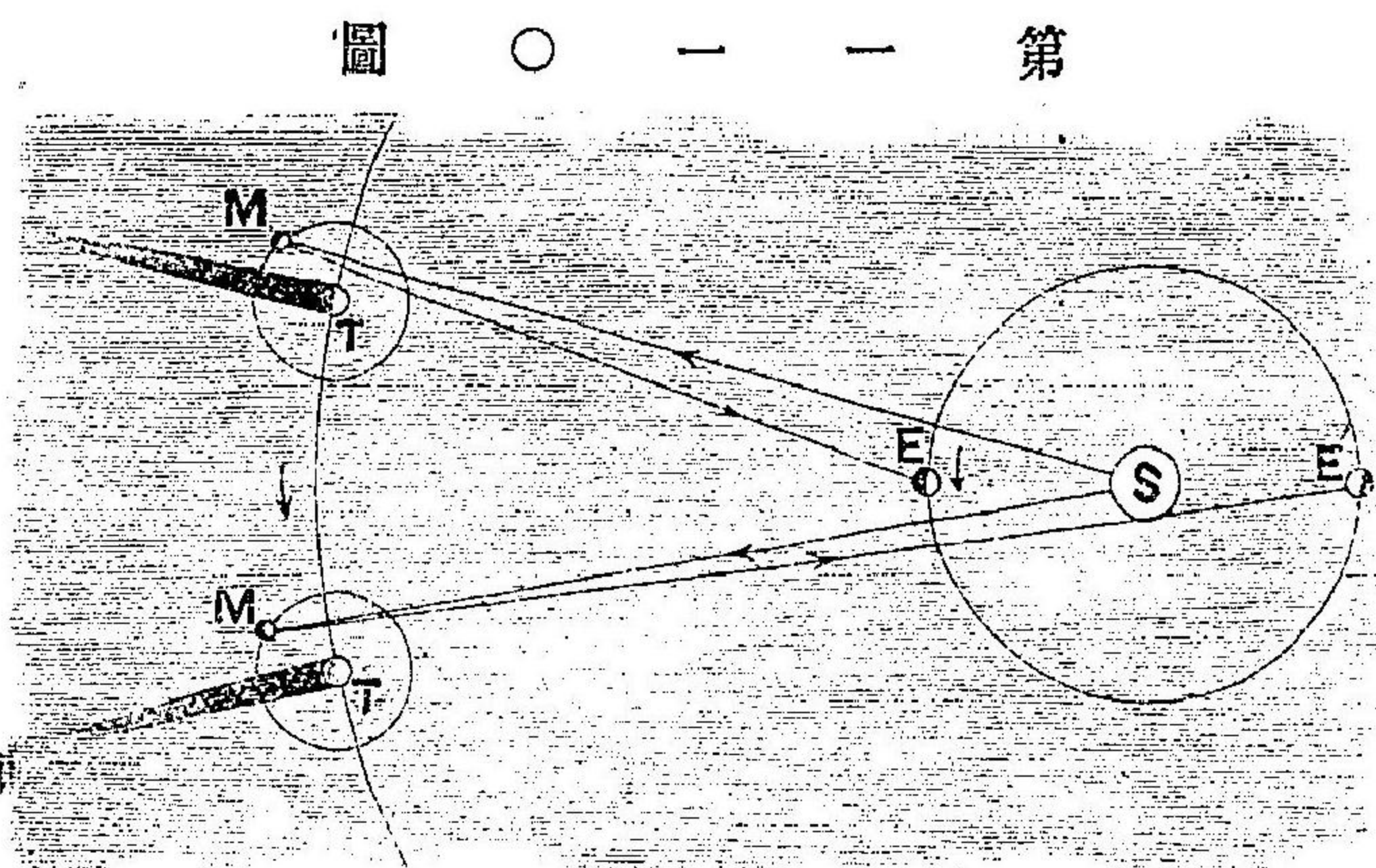
$$\text{光度} = \frac{AB}{BC} = \frac{BC}{\cos^2}$$

光ハ平行光線ト直角ヲナス表面ト照サルル表面トノ角ノ餘弦ニ正比例ヲナス。

光度ノ單位ハ實業上ニテハ一燭光ヲ用ユ、一燭光トハ鯨脂ヨリ製シタル重サ凡ソ二十匁アル特ニ標準蠟燭ト稱スル西洋蠟燭ガ、毎時重サ凡二匁ヅツ燃ルトキ發スル光ナリ。
(赤道直下ニテハ其他ノ地方ヨリ太陽ヨリ光ヲ受クルコト甚シ其理如何)

一三七

光ノ速度 (Velocity of light) 光ノ速度ハ頗ル迅速ニシテ之ヲ測ルコト容易ナラズ、然レドモ星學家、ロエメル氏ハ天



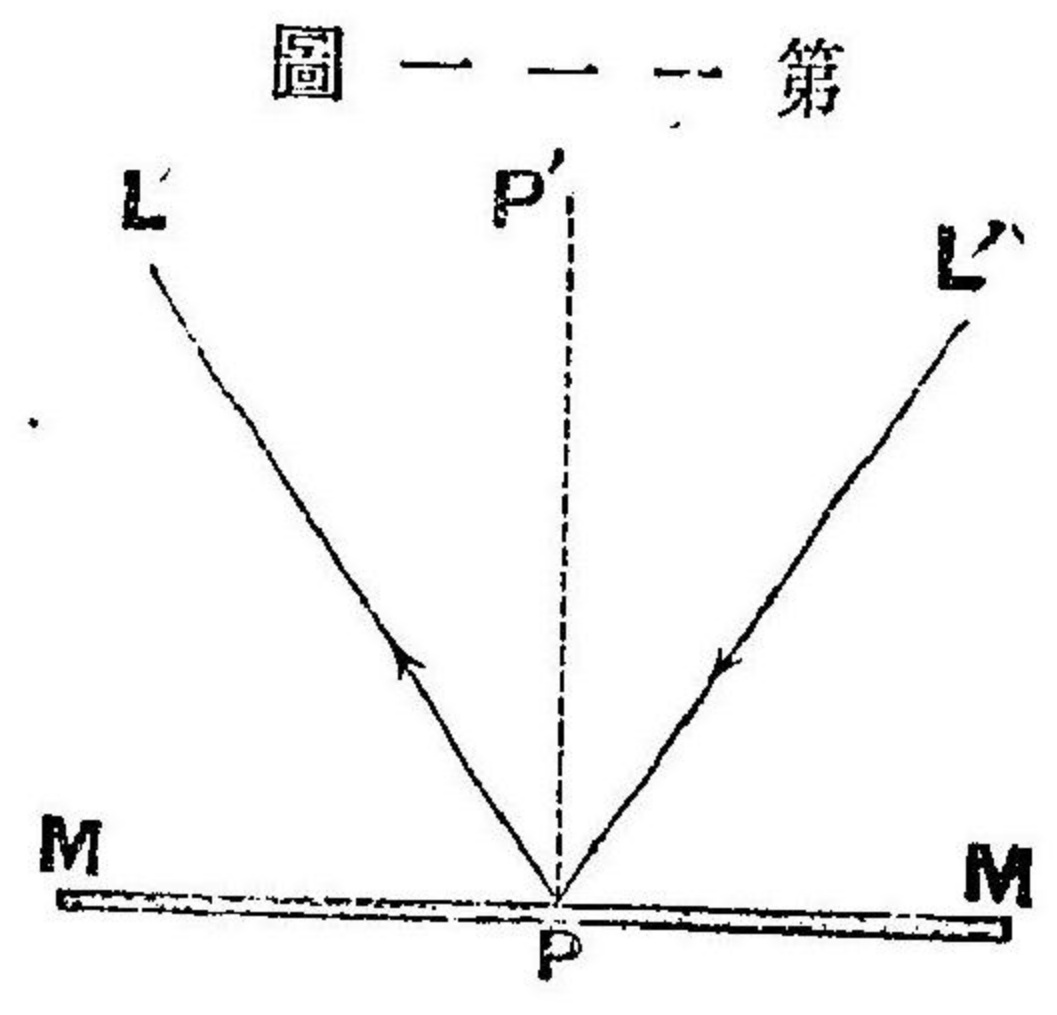
體ノ觀測上ヨリ之ヲ測定セリ。第一一〇圖ノTハ木星ニシテ其衛星ノ一ナルMガTチ一週スル時間ハ四十二時二十分三十六秒ナリ、地球ガEニアルトキハ光ハS M Eナル距離ヲ通過ス、然レドモ凡ソ半年ヲ經テ地球ガE'ニ來ルトキハ、光ハS M E'ナル距離ヲ通過ス、此場合ニハ光ハ前ノ場合ヨリEE'即チ地球軌道ノ直徑丈餘計ニ通過スルガ故ニ、餘計ニ時間ヲ要スベキ理ナリ。果セル哉

同氏ノ觀測上ノ結果ニヨレバ衛星ノ第一回ノ蝕ヨリ第百
 回目ノ蝕マデノ時間ハ、計算ノ時間即チ百七十六日十時二
 十分ヨリ遅ルルコト、實ニ十六分二十六秒ナリキ、因テ同氏
 ハ此時間ハ光ガEE'ヲ通過スルニ要セラルル時間ナルガ故
 ニ、此時間ヲ以テ地球ノ軌道ノ直徑ヲ除シテ、光ノ速度ハ一
 秒ニ付凡ソ十八萬六千哩ナルコトヲ決定セリ。

一三八

光ノ反射 (Reflection of light) 物體ガ光ヲ受クルヤ、一

般ノ場合ヲ論ズレバ其一部分ヲ吸收シ
 テ其溫度ヲ高メ、其一部分ヲ通過セシメ
 其一部分ヲ其表面ヨリ反射ス、然リ而シ
 テ光澤アル物體ノ表面ハ最モ能ク光ヲ
 反射スルモノナリ、例ヘバMMナル平滑ノ
 表面ニLPナル光線入射スルトキハPL'ナ



第一圖

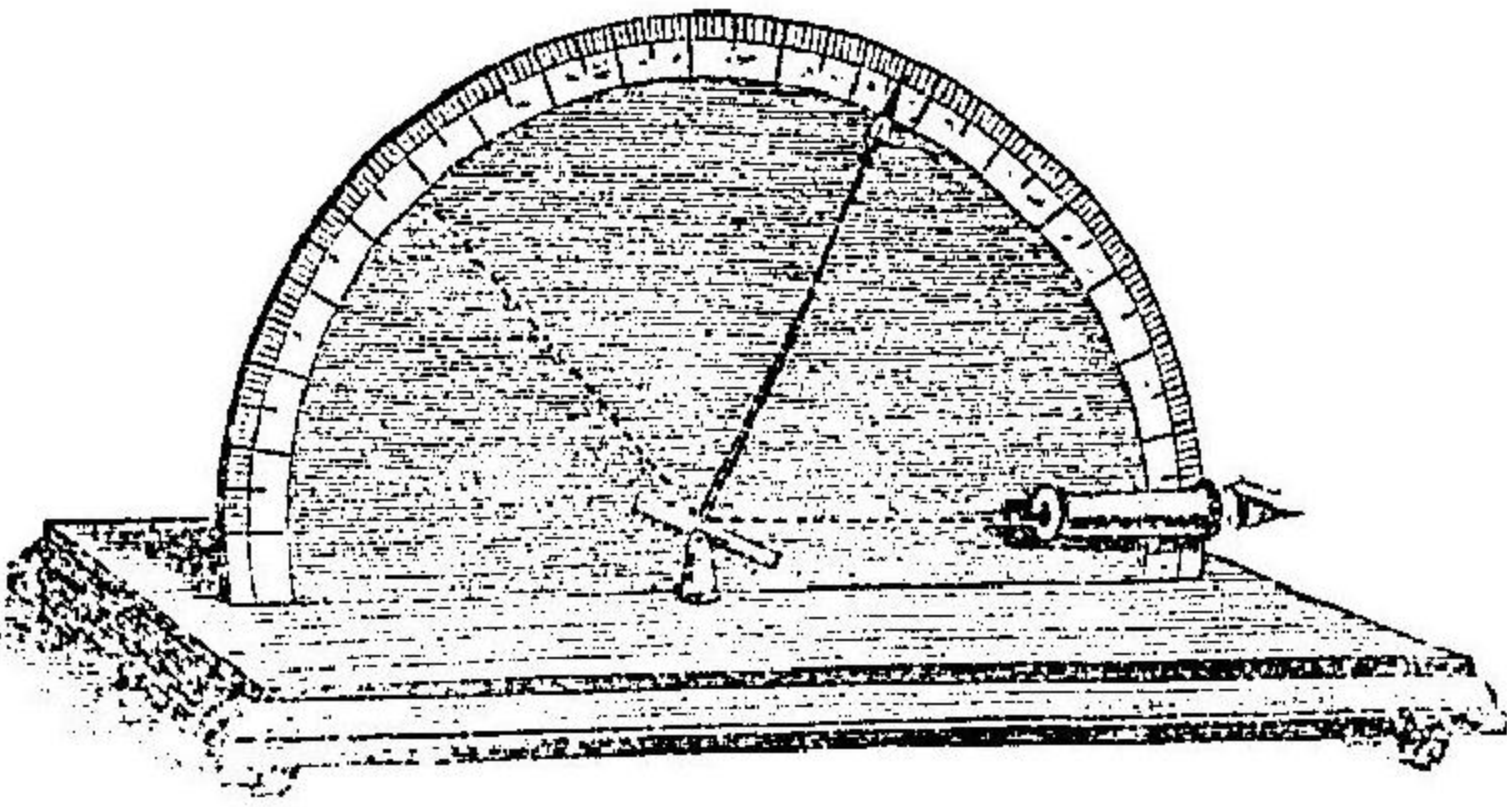
ル方向ニ反射スLPP'ヲ入射角ト云ヒ而シテP'PL'ヲ反射角ト云

フ。
 (一)入射光ト反射光トハ物體ノ反射面ニ垂直ナル同一ノ平
 面ニ在リ。
 (二)入射角ト反射角ト相等シ。

實驗 第一一二圖ハ此定則ヲ證明スル

裝置ニシテ周圍ニ角ノ度數ヲ刻シタル
 半圓狀ノ黑板アリ、其中心ニ垂直ニ立テ
 ル平面鏡アリ、又此鏡ニ直角ニ固著セル
 指針アリ、今半圓周上ノ或所ニ蠟燭ヲ保
 持スレバ、其光ハ鏡ニヨリテ反射セラル、
 故ニ此反射光ノ位置ヲ見テ以テ定則ノ
 確實ナルコトヲ知り得ベシ。

第一二圖



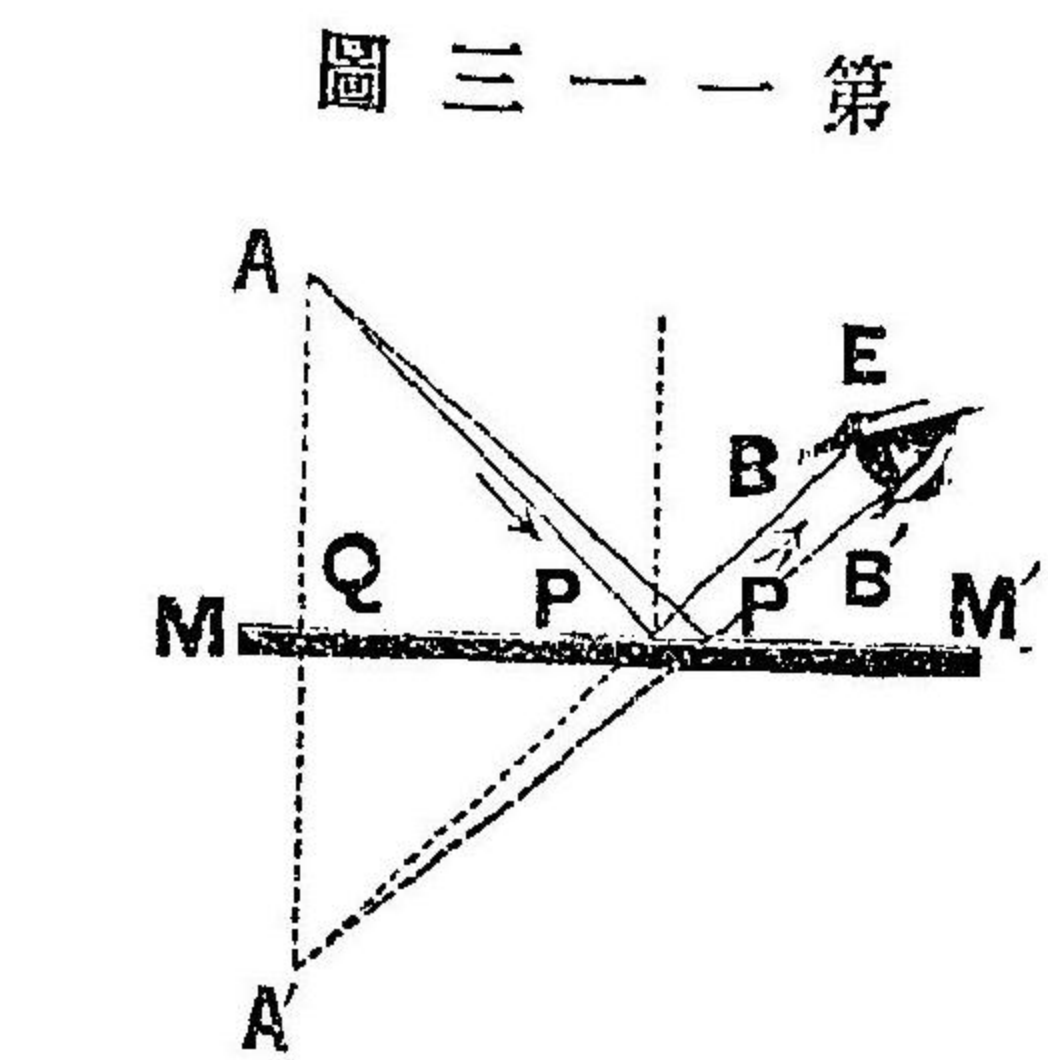
第六編 輻射ノ勢ニ就キテ

(字ヲ書キタル白紙ノ上ニ水ヲ滴下セバ字一層鮮明ニ見ユ其理如何)

一三九

平面鏡ノ反射 (Reflection of a plane mirror) 第一一三圖

ニ於テ MM' ナ平面鏡トシ、 A ナ物體ノ一點トス、光線 AP ハ P ニ於テ MM' ト角 APM ニ等シキ角ヲナシテ反射ス、 MM' ニ垂線ナル AQ ノ引長線ト BP ノ引長線トノ交點ヲ A' トス、幾何ニヨリ AP 及 AP' 等ノ反射線 PB 及 $P'B'$ ノ引長線ハ皆悉ク A' ニ集ルモノナリ

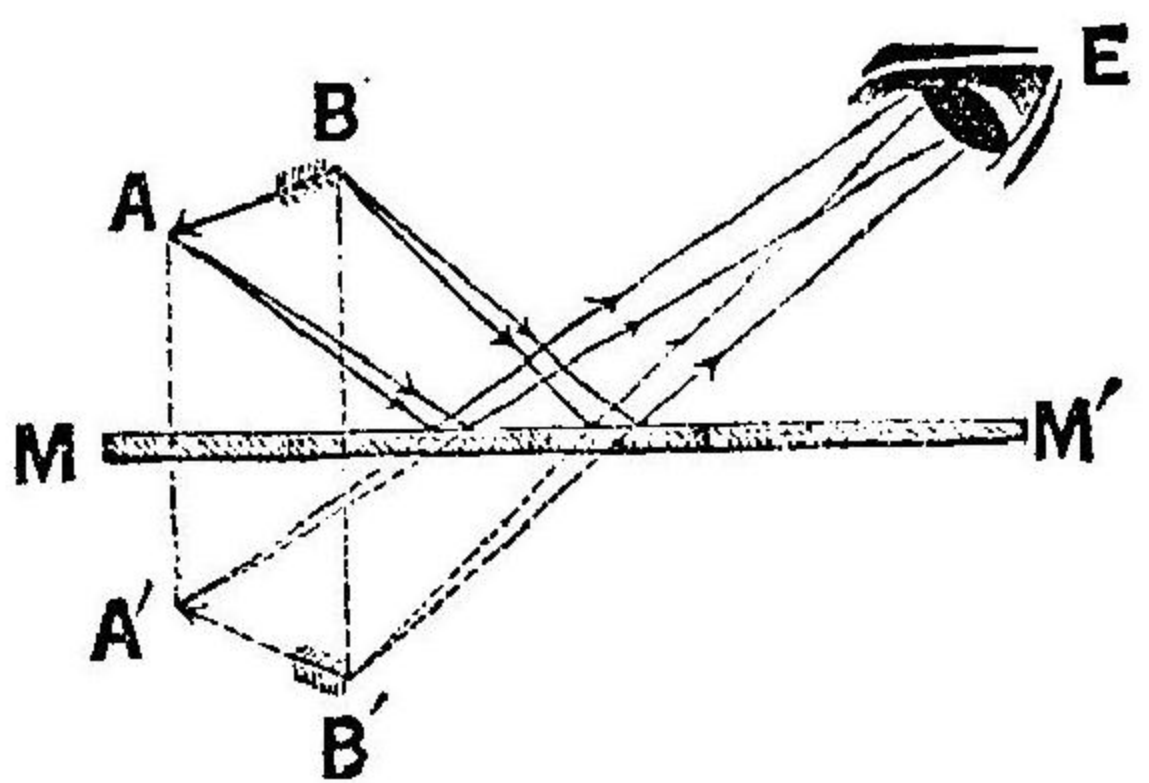


第一一三圖

故ニ E ニ眼ヲ置クトキハ眼ニ入ル凡テノ光線ハ、 A' ヨリ發セシガ如キ觀アリ、故ニ其鏡背ニ於テ A ノ像即 A' ナ映ズ、然レドモ實際光線ハ A ヨリ發スルモノニアラザルガ故ニ、之ヲ虚像 (Virtual image) ト稱ス。

一四〇

第一一四圖

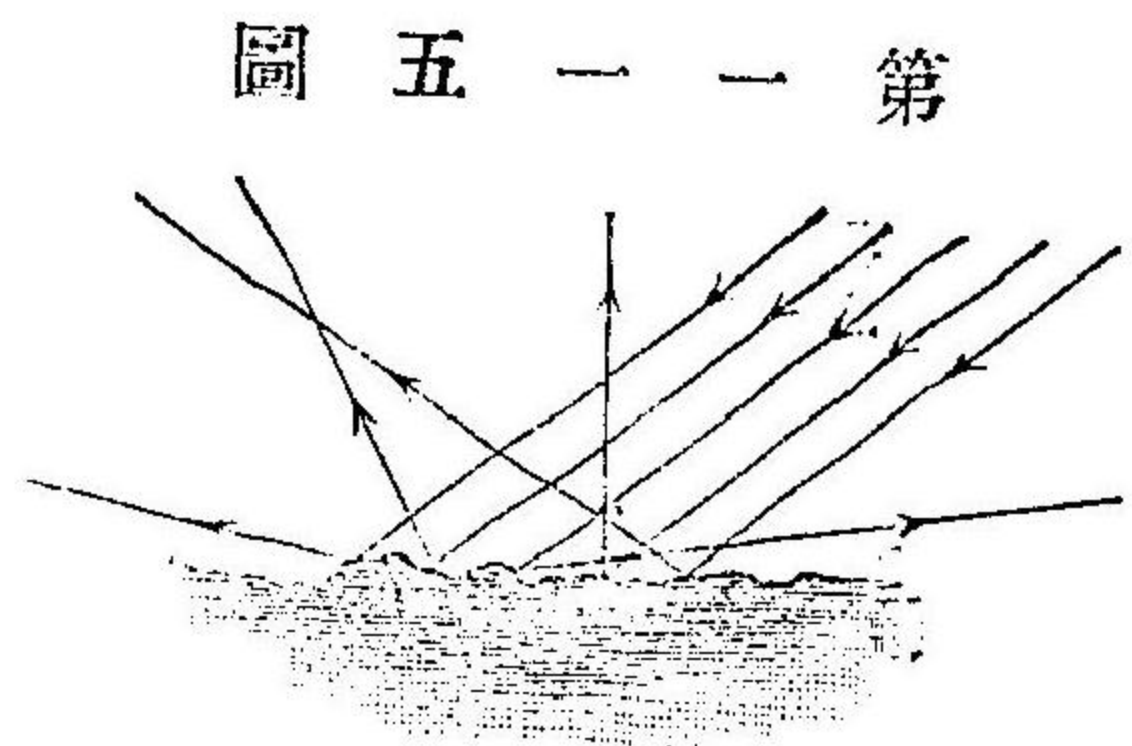


AQ ト $A'Q$ ト距離相等シ其證如何) 第一一四圖ニ於テ、平面鏡 MM' ノ前ニ AB ナル物體ヲ置クトキハ前述ノ如ク A ノ虚像ハ A' トナリ、 B ノ虚像ハ B' トナルガ故ニ、 E ニ眼ヲ置クトキハ反射セラレタル凡テノ光線ハ皆 $A'B'$ ヨリ發セラレタルガ如キ觀アリ、換言スレバ AB ノ虚像ハ $A'B'$ トナル。

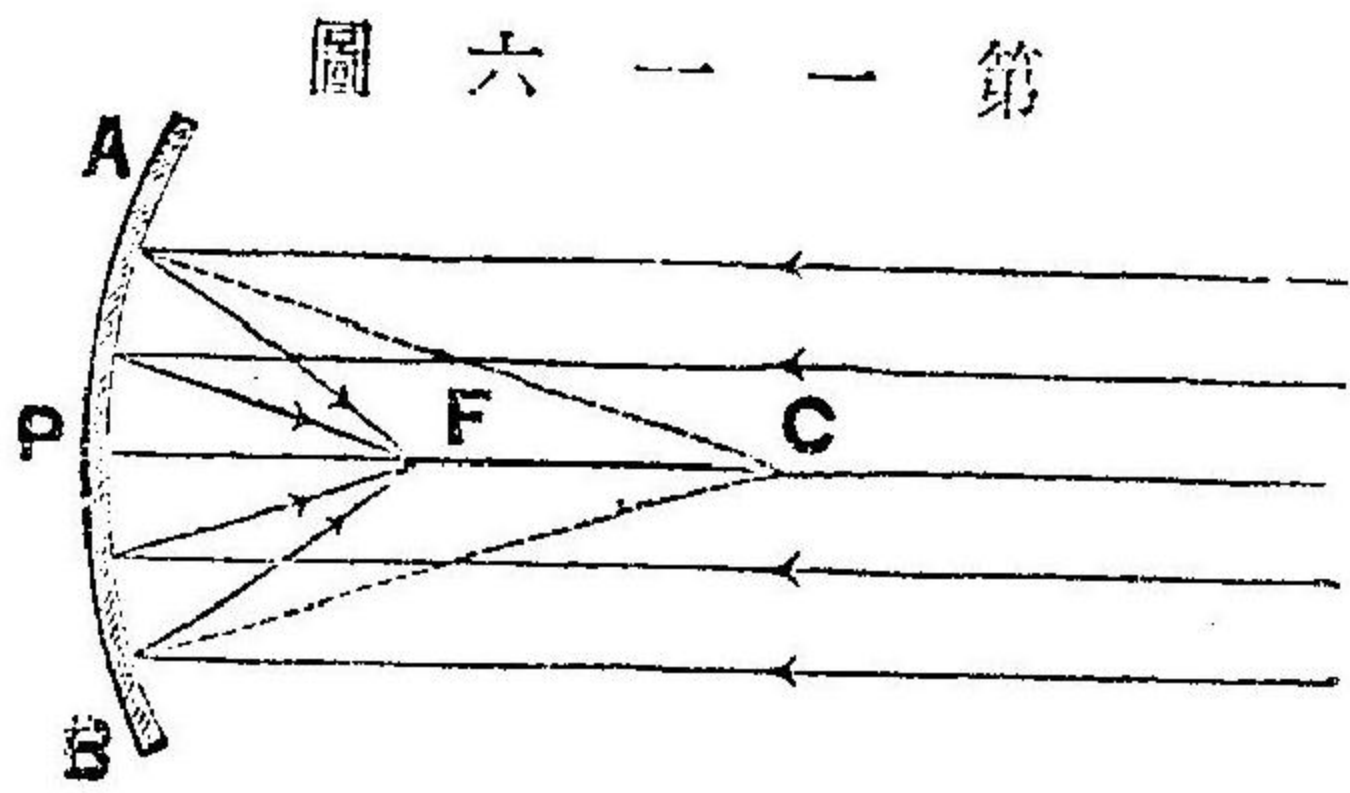
散光 (Diffused light) 暗室内ニ平面鏡

ヲ置キ其壁ノ一小孔ヨリ光線ヲ入射セシメテ反對ノ方向ヨリ之ヲ見レバ、平面鏡ヲ見ルコトヲ得ズシテ却テ太陽ノ像ヲ見ル、然レドモ鏡ヲ取り除キテ其所ニ白紙ヲ置ケバ、各方向ニ於テ白紙ヲ見ルコトヲ得、抑、通常ノ物體ノ表面ヲ仔細ニ吟味スレバ、皆凸

第六編 輻射ノ勢ニ就キテ



圖五一一第



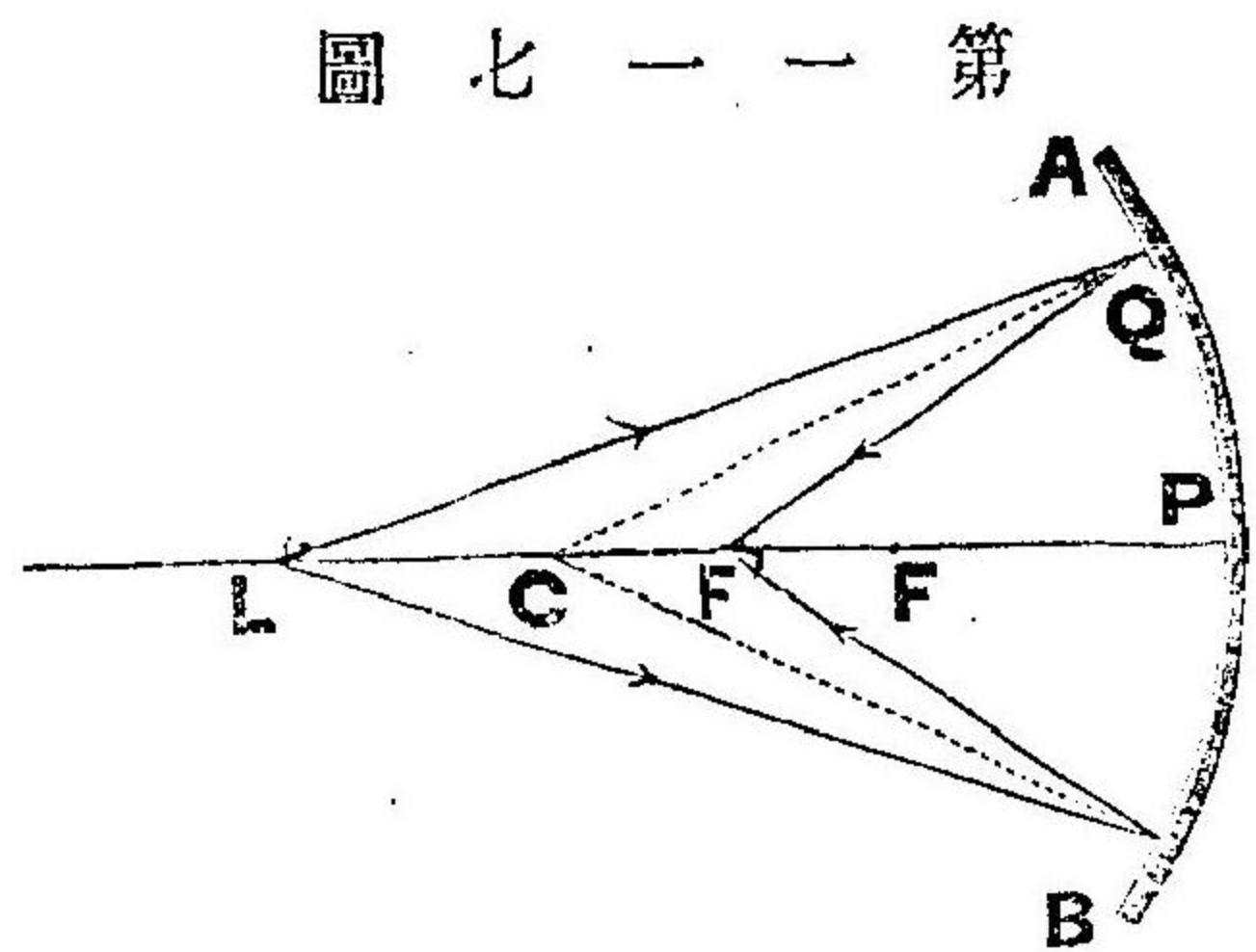
圖六一一第

凹鏡リ無クアリテ決シテ眞ニ平滑ナルモノニアラズ、故ニ第一一五圖ノ如ク光ヲ各方ニ反射スルモノナリ、此光ヲ散光ト云フ、吾人ガ物體ノ存在ヲ認識スルコトヲ得ルハ、實ニ其物ヨリ發スル散光ノ眼中ニ入射スルニ由ルモノナリ。

凹鏡ノ反射 (Reflection of a concave mirror)

第一一六圖ノAPBハ球狀ノ凹鏡ノ一部分ニシテ、Cハ球面ノ中心、Pハ球面ノ中央點トシ、特ニ此點ヲ鏡頂ト云フ、PトCトヲ連續スルモノヲ鏡ノ正軸ト云フ。今光線ガ正軸ニ平行ニ入射スルトキハ、反射ノ定則ニヨリテ鏡面ニ於テ反射シテ皆PトCトノ

凡ソ中央點Fニ集マル、逆ニ光ヲFニ置クトキハ反射線ハ皆正軸ニ平行トナルモノナリ、此Fヲ正燒點(Principal focus)ト云フ、第一一七圖ノ如ク光ヲLニ置クトキハ、光線LQハQニ

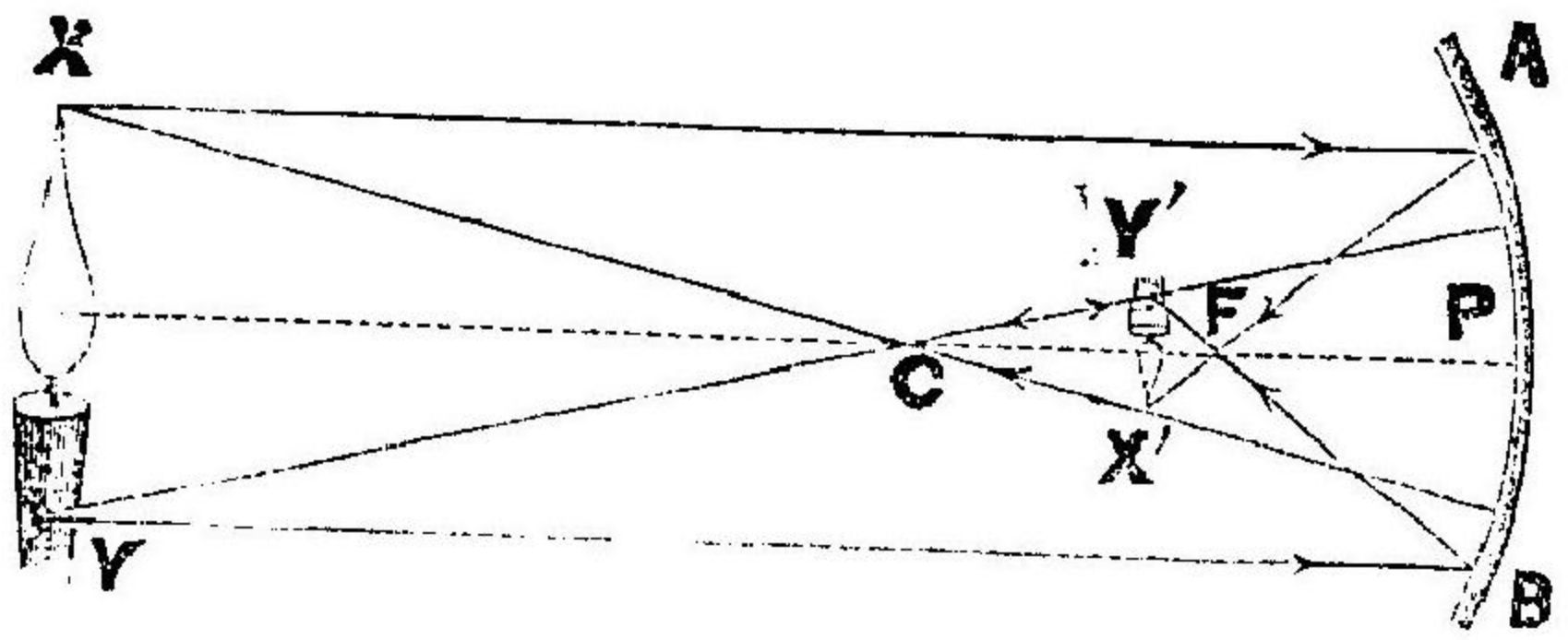


圖七一一第

於テ半徑CQト角LQCニ等シキ角ヲナシテ反射ス、其他ノ反射線ハ凡テCトFトノ間ノ某一點F'ニ集ル、F'ヲLノ燒點ト稱ス、逆ニF'ニ光ヲ置クトキハ反射線ハ凡テLニ集マル、故ニF'及Lヲ互ニ共軛燒點 (Conjugate foci)ト稱ス。

第一一八圖ノ如ク凹鏡APBノ中心Cノ外ニ物體XYヲ置クトキハ、Xヨリ發スル諸ノ光線ハ反射ノ後皆X'ニ集マリ、Yヨリ發スル諸ノ光線ハ反射ノ後皆Y'ニ集マル、即XYノ像ハX'Y'ニシテ此處ニ諸ノ光

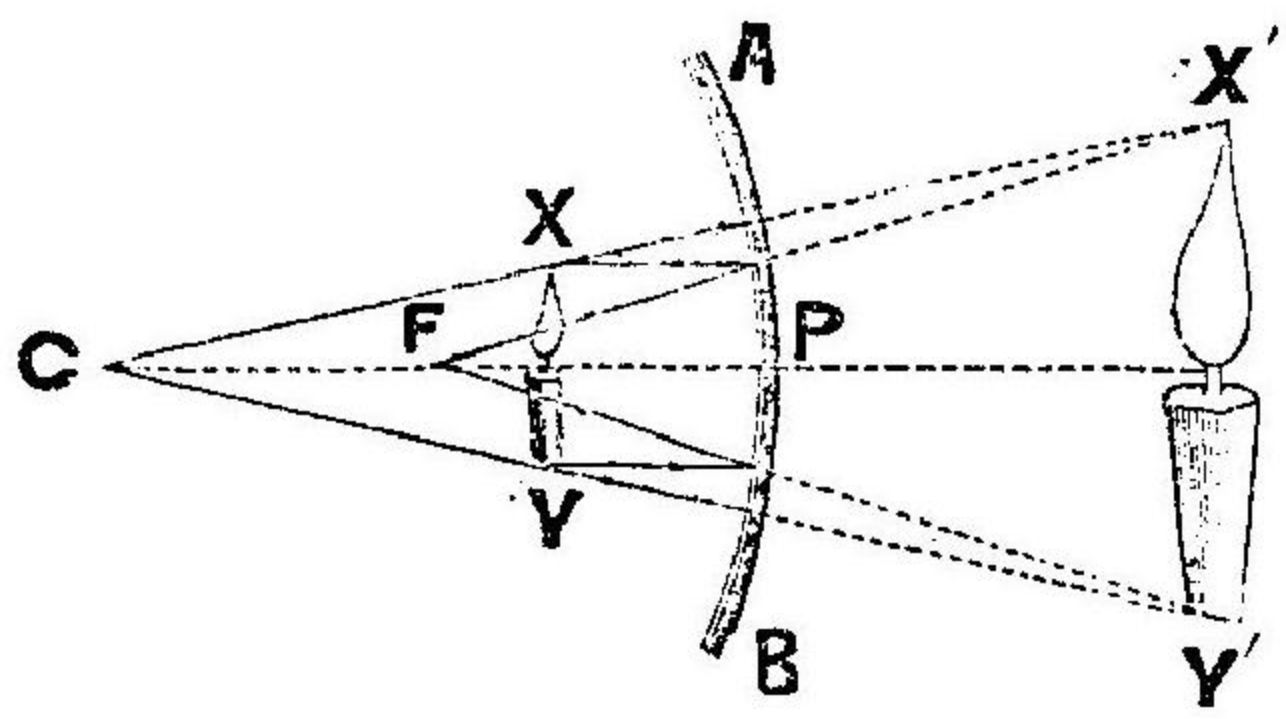
圖 八 一 一 第



テ。一。關。ス。ル。三。ツ。ノ。定。則。ヲ。得。ベ。シ。
 且。物。體。ガ。凹。鏡。ノ。中。心。ノ。外。ニ。ア。ル。ト。キ。ハ。其。物。體。ヨ。リ。小。ニ。シ。
 倒。立。シ。タ。ル。實。像。ヲ。生。ズ。

線實際集合スル故ニ之ヲ實像 (Real image)ト
 稱ス、逆ニX'Y'ノ所ニ物體ヲ置クトキハXYノ
 所ニ實像ヲ生ズルモノナリ。
 第一一九圖ノ如ク凹鏡APBノ燒點Fト鏡頂
 Pトノ間ニ物體XYヲ置クトキハXヨリ發
 シテ鏡面ニ於テ反射セラルル凡テノ光線
 ハ發散光線トナリ、X'ヨリ發セラレタルカ
 ノ觀アリ、同様ニYヨリスルモノハY'ヨリ
 發セラレタルカノ觀アリ、即チXYノ像ハX'Y'
 ニシテ虚像ナリ以上論ズル所ヨリ凹鏡ニ

圖 九 一 一 第

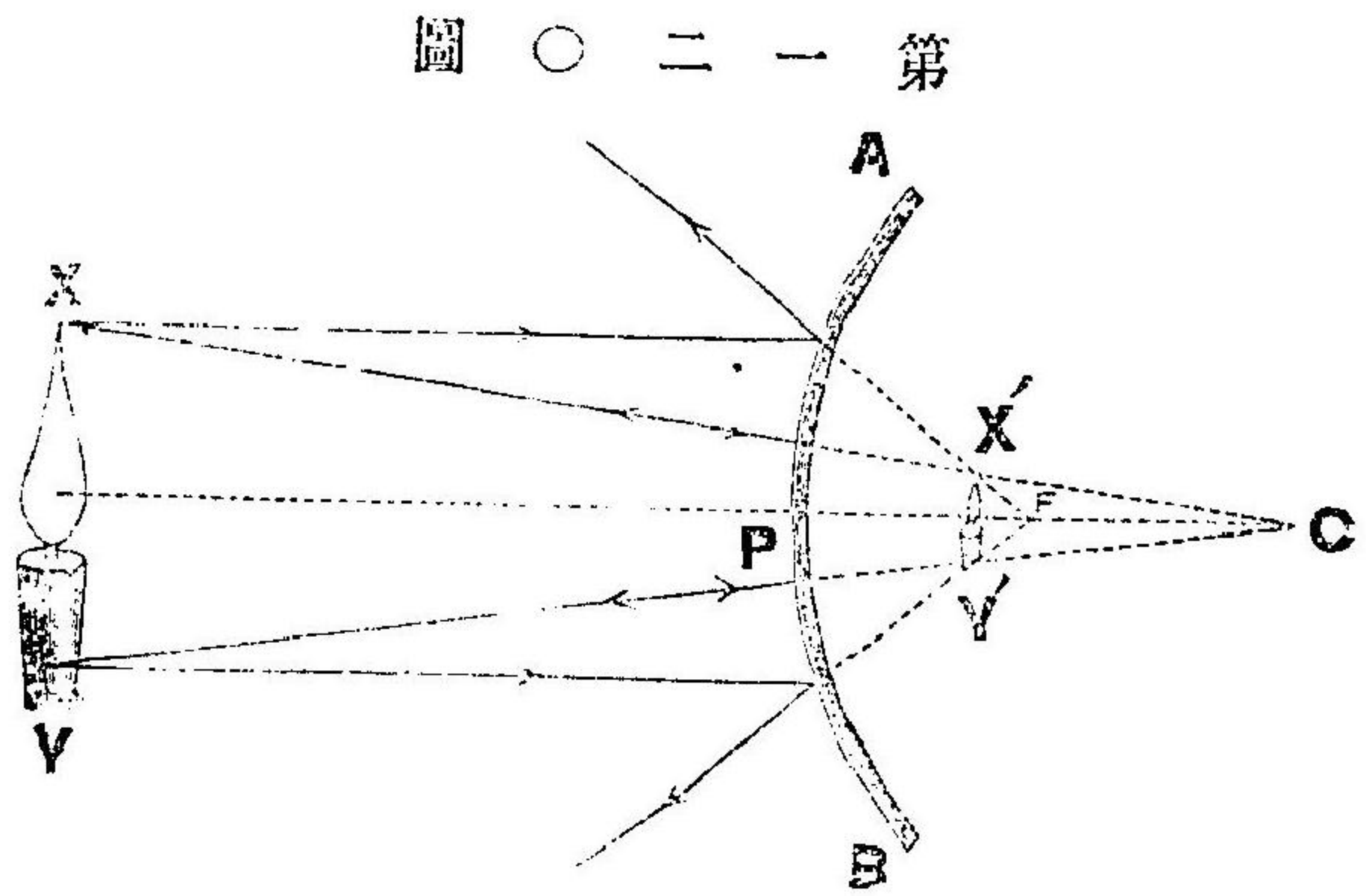


ル。二。物。體。ガ。凹。鏡。ノ。中。心。ト。正。燒。點。ト。ノ。間。ニ。ア。
 ル。ト。キ。ハ。其。物。體。ヨ。リ。大。ニ。シ。テ。且。倒。立。シ。タ。
 ル。實。像。ヲ。生。ズ。
 (三) 物。體。ガ。正。燒。點。ト。鏡。頂。ト。ノ。間。ニ。ア。ル。ト。キ。
 ハ。其。物。體。ヨ。リ。大。ニ。シ。テ。且。直。立。シ。タ。ル。虚。像
 ヲ。生。ズ。

實驗 以上三ツノ定則ノ確實ナルコトヲ
 試ミルベシ。

(凹鏡ノ中心ニ物體ヲ置クトキ其像如何)
 凸鏡ノ反射 (Reflection of a convex mirror) 第一二〇圖

ノAPBハ球狀ノ凸鏡ノ一部分ニシテ、Cハ球面ノ中心Pハ鏡
 頂トスレバ、Fハ凸鏡ノ正燒點ナレドモ虚ナリ、其前部ニ物
 體XYヲ置クトキハ、物體ヨリ發スル光線ハ、反射ノ後發散光



第一二〇圖

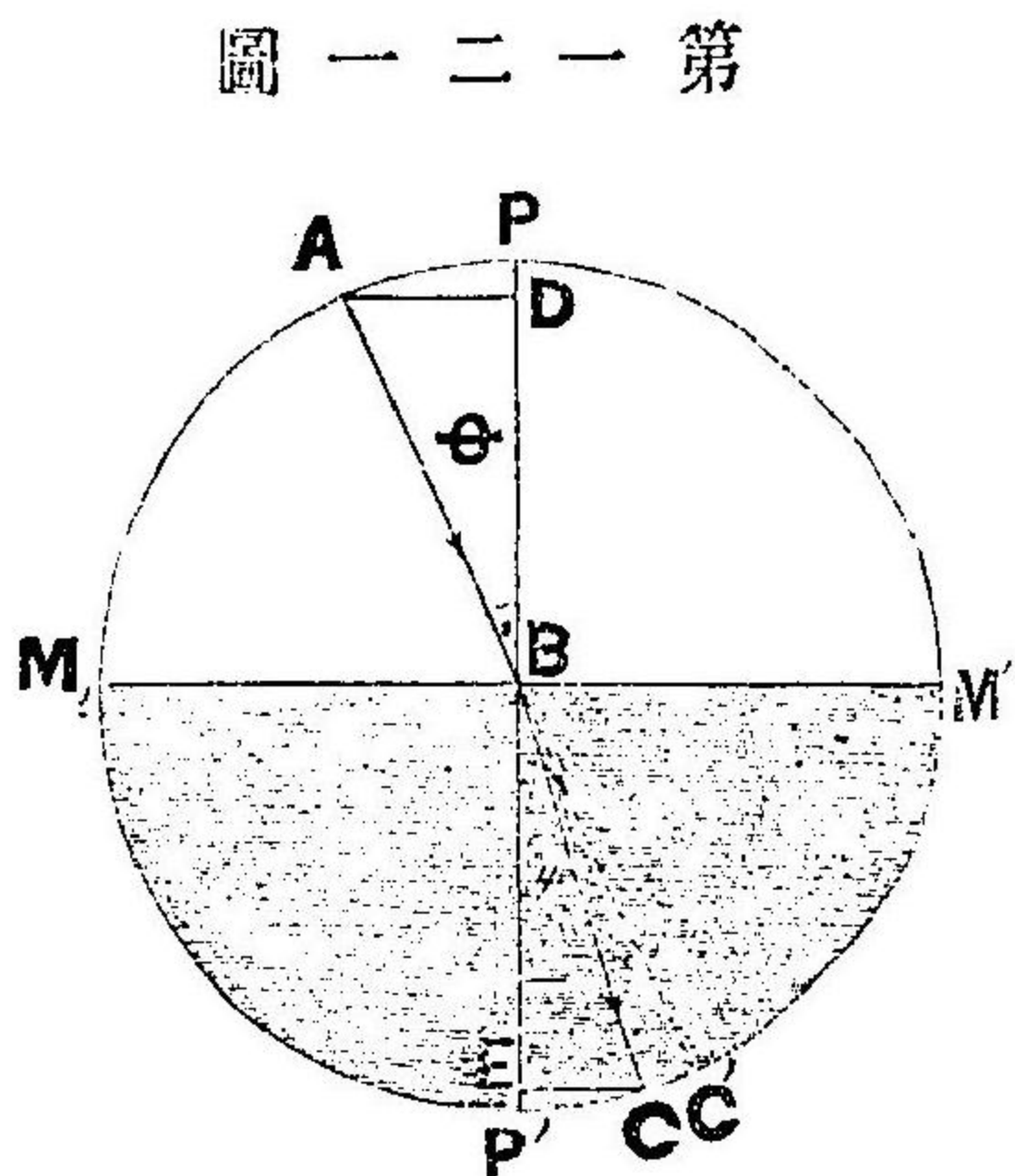
線トナリ X'Y'ヨリ發セラレタルカノ
 觀アリ故ニ X'Y'ハ XYノ虚像ナリ、
 物體ガ凸鏡ノ前ニアルトキハ必ズ
 其物體ヨリ小ニシテ且直立シタル
 虚像ヲ生ズ。

實驗 凸鏡ノ前ニ物體ヲ置キテ其
 虚像ヲ見ルベシ。

(蟲除ケノ玉ニ室内ノ物品皆小ク映
 ズ其理如何)

光ノ屈折 (Refraction of light) 前章

ニ於テ光ハ直進スルコトヲ述ベシガ是レ光ガ通過スル物
 質ガ同一ニシテ且其密度ガ同一ノ時ニ限ル若シ異ナリタ
 ル密度ノ物質中ニ入り込ムトキハ其方向ヲ變ズ即チ光ガ



第一二一圖

屈折スルナリ例ヘバ第一二一圖ノ
 如ク光線 ABガ空氣中ヲ通過シテ水
 中ニ入ルトキハ BCニ進行セズシテ
 垂線 PP'ニ近寄りテ BCナル方向ニ進
 行スルモノナリ而シテ角 ABPヲ入射
 角ト云ヒ角 P'BCヲ屈折角ト云フ而シ
 テ屈折ノ定則ハ左ノ如シ。

(一) 入射光ト屈折光トハ共ニ入射點ニ於ケル垂線ヲ含ム同

一ノ平面内ニアリ。

(二) 光ノ通過スル物質一定セルトキハ入射角ノ正弦ト屈折

角ノ正弦トノ比ハ常ニ定數ナリ之ヲ屈折率ト稱ス。

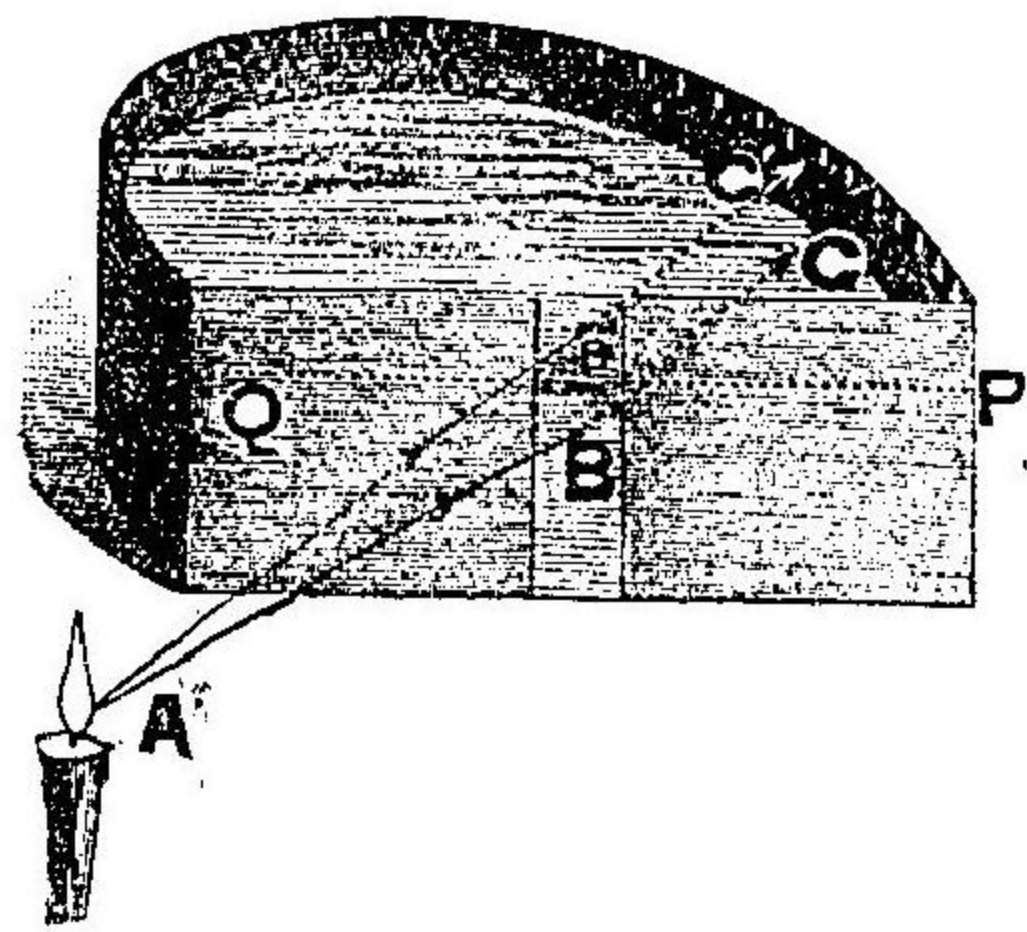
今入射角ヲ θ トシ屈折角ヲ ϕ トシ屈折率ヲ μ トセバ

$$\mu = \frac{\sin \theta}{\sin \phi} = \frac{AD \div AB}{BC \div BC} = \frac{AD}{BC}$$

第六編 輻射ノ勢ニ就キテ

實驗 第一二二圖ノ如キ半圓形ノ器ニPQ迄水ヲ盛り、Aニ

圖二二一第



於テ蠟燭ヲ保持セバ、光線ABハ薄キ玻
璃ニテ覆ヒタル細隙ヲ通過シテ水中
ニ入ルベシ、而シテ上部ノ空氣中ヲ通
過セシモノハ、ABC'ナル直線ノ方向
ヲ取ルモ、水中ヲ通過セシモノハ、Bニ
於テ屈折シテBCノ方向ヲ取ルベシ。

(池中ニ杖ヲ入ルレバ杖水面ニ於テ屈曲スルガ如ク見ユ其
理如何)

一四四

屈折率 (Index of refraction) 屈折率ニ二種アリ、光ガ眞空

ヨリ某物質ニ入ルトキハ之ヲ絶對的屈折率ト云ヒ、光ガ某
物質ヨリ他物質ニ入ルトキハ之ヲ比較的屈折率ト云フ。

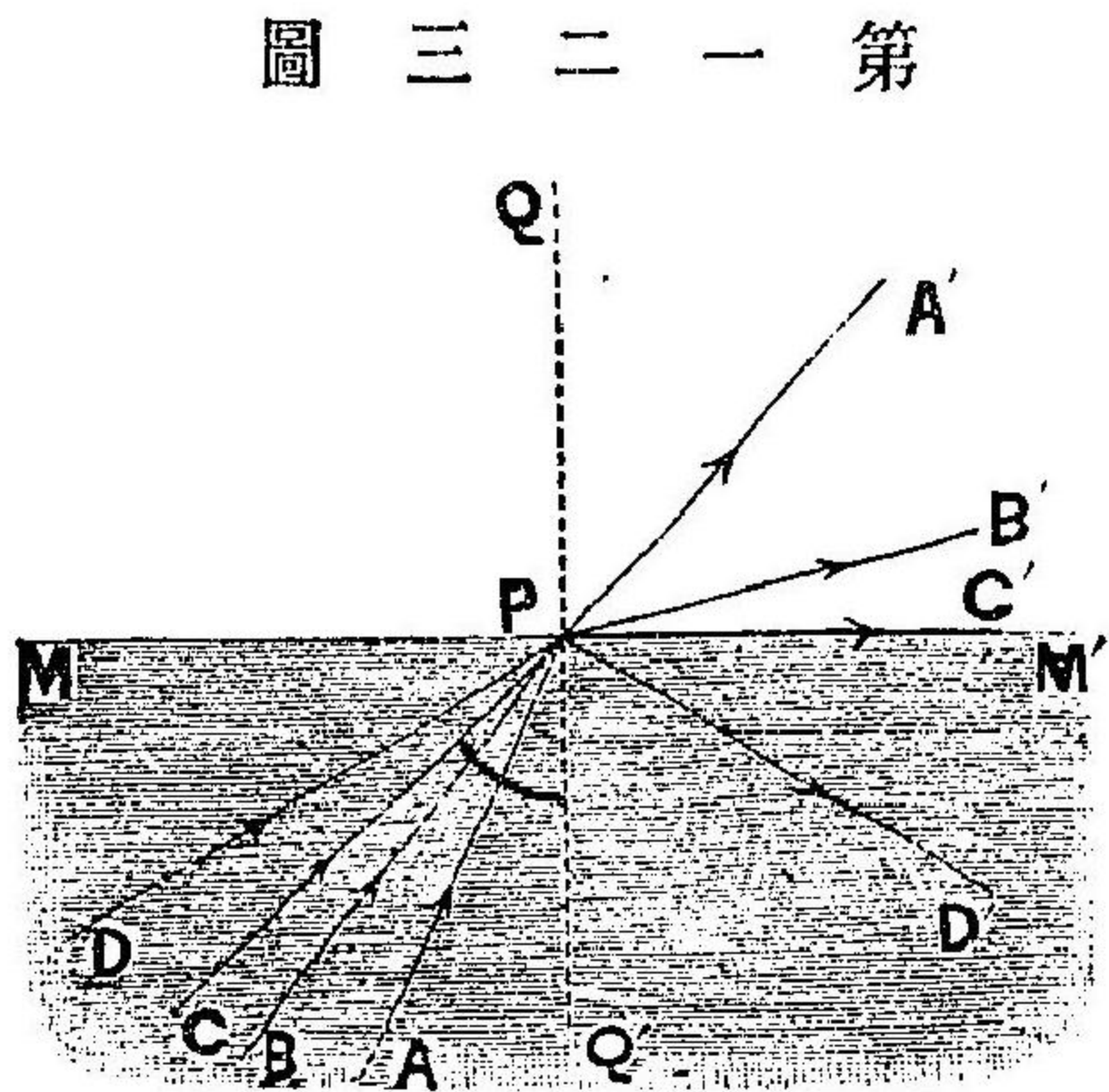
絶對的屈折率 空氣零度ノ温度
一氣壓ニ於テ 一、〇〇〇二九四 水 一、三三

酒精 一、三七 「クラッソ」一、五三 「フリントガラス」一、

六一 金剛石 二、五

一四五

全反射 (Total reflection) 第一二三圖ニ於テMM'ハ二箇ノ物質

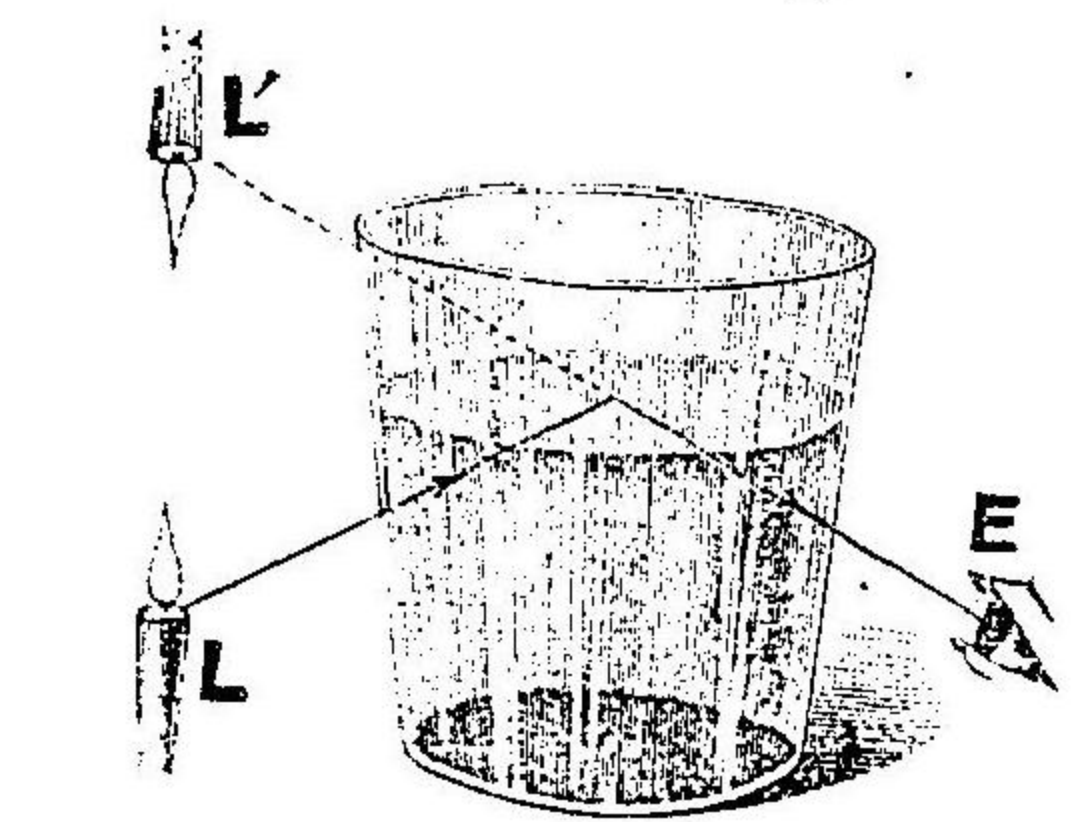


ノ境界面ニシテ、光線ハ某物質(例ヘバ
水)ヨリ密度少キ他ノ物質(例ヘバ
空氣)ニ出ルトセバ、AP'ハ屈折シテPA'
トナリ、BP'トナリ、CP'トナル、
角Q'PC'ヨリ入射スル凡テノ光線ハ角
内Q'PC'ニ屈折ス、而シテDP'ノ方向ニ入
射セシ光ハ最早屈折セズシテ全ク
反射ノ定則ニ從ヒテPD'ノ方向ニ反

射ス、前ニ述ブル如ク、通常ノ場合ニ於テハ反射ト屈折トハ
共ニ同時ニ起ルモノナレドモ、此場合ニハ光ハ少シモ屈折

セズシテ全ク反射ノミナスガ故ニ、之ヲ全反射ト云ヒ角 QPC ナ此物質ノ分界角 (Critical angle) ト稱ス。

圖四二一第



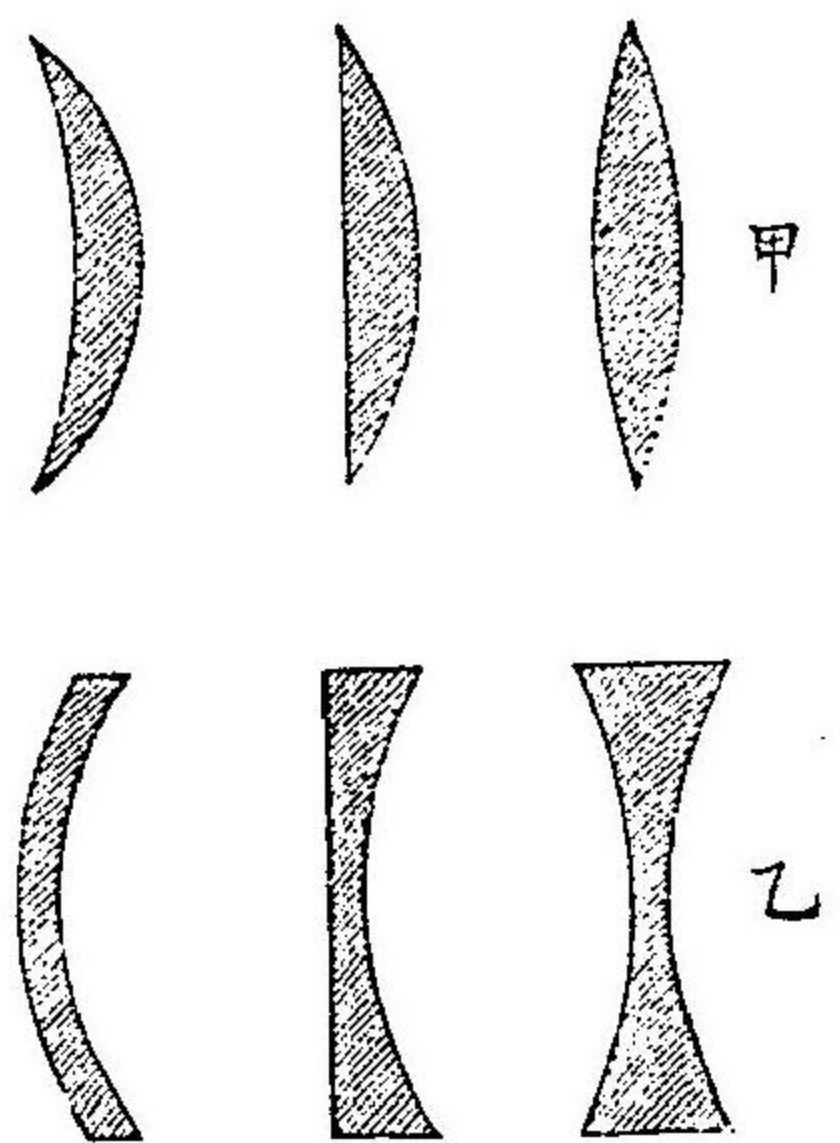
實驗 第一二四圖ノ如ク「コップ」ニ水ヲ盛リ L ニ於テ蠟燭ヲ保持シ E ニ於テ眼ヲ置クトキハ、水面ヨリ上ニアル物體ハ見ルコトヲ得ズシテ、却テ倒立シタル蠟燭ノ虚像 L' ナ見ル、是レ水面ハ鏡ノ如ク光ヲ反射セシニヨル。

(空氣ノ充チタル試験管ヲ水中ニ倒入スレバ水銀ノ面ノ如ク見ユ其理如何)

一四六

「レンズ (Lens)」 「レンズ」トハニツノ曲面或ハ一ノ平面ト一ノ曲面トヨリ成ル透明體ニシテ通常玻璃ヲ以テ製セラレタルモノニテ、大別スレバ二種トナル、第一二五圖甲ハ光線

圖五二一第

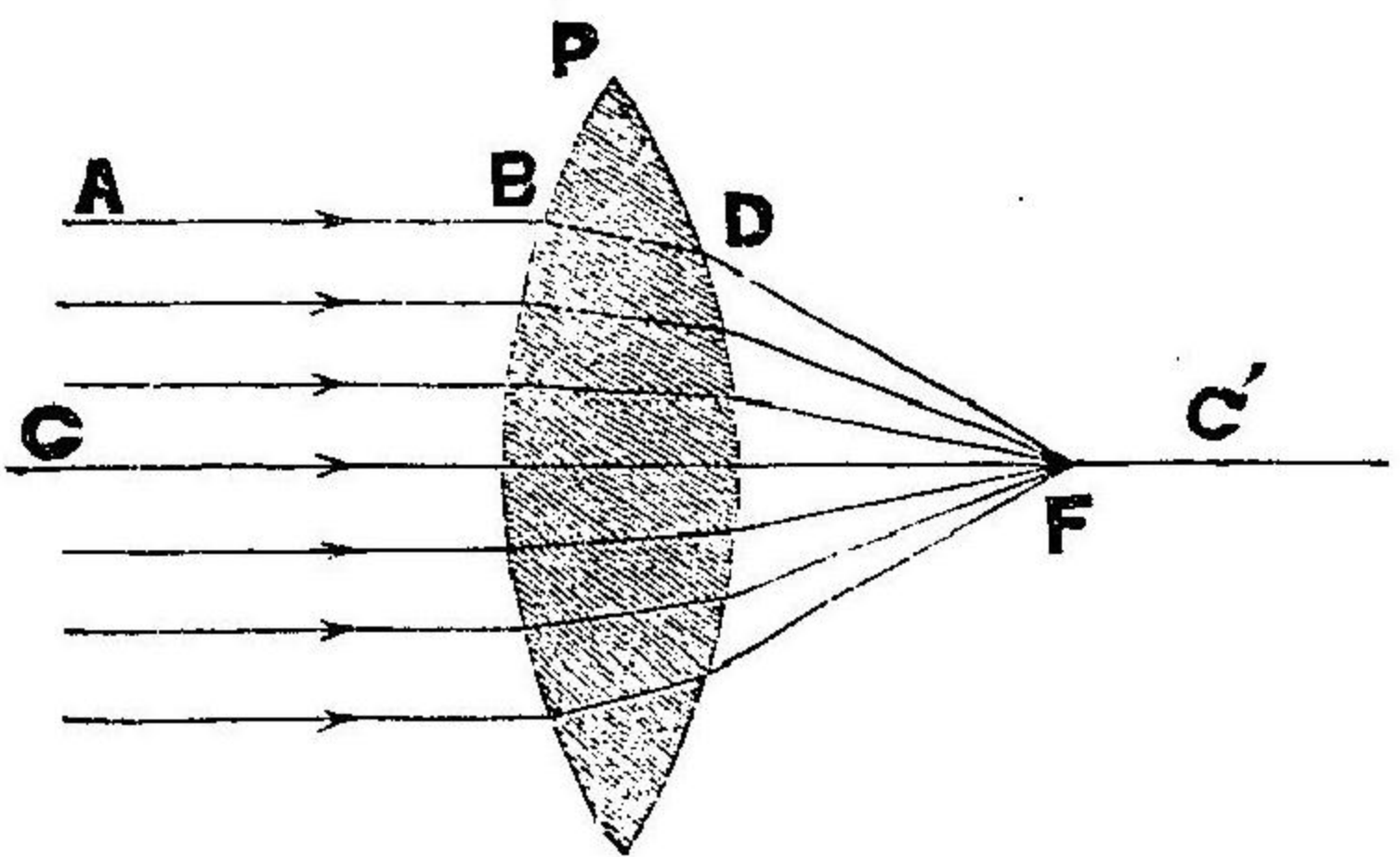


ヲ收斂スルモノニシテ、收斂「レンズ」ト稱ス、而シテ同圖乙ハ光線ヲ發散スルモノニシテ「發散」レンズト稱ス。

一四七

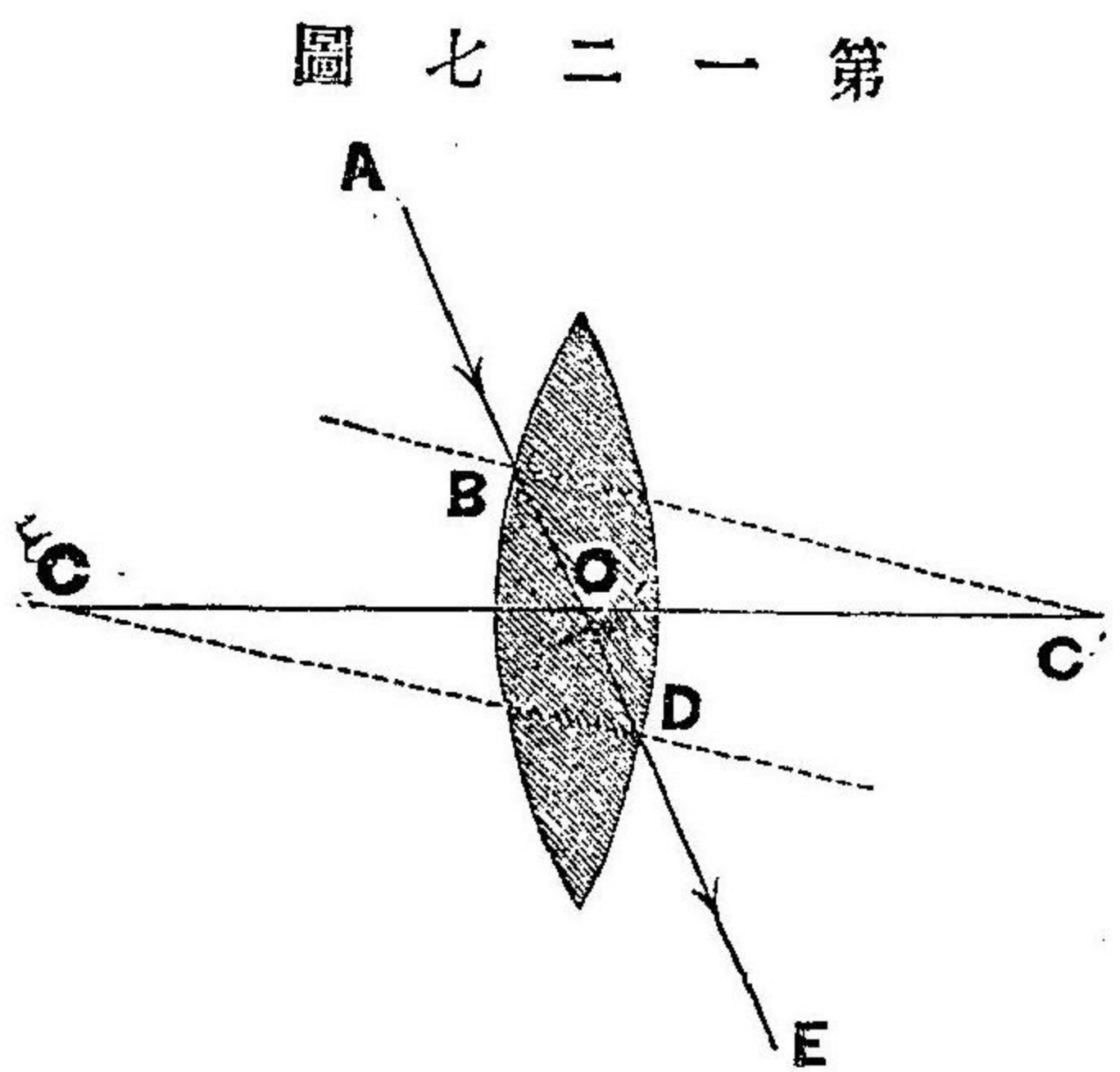
兩凸「レンズ」 (Convex lens) 第一

圖六二一第



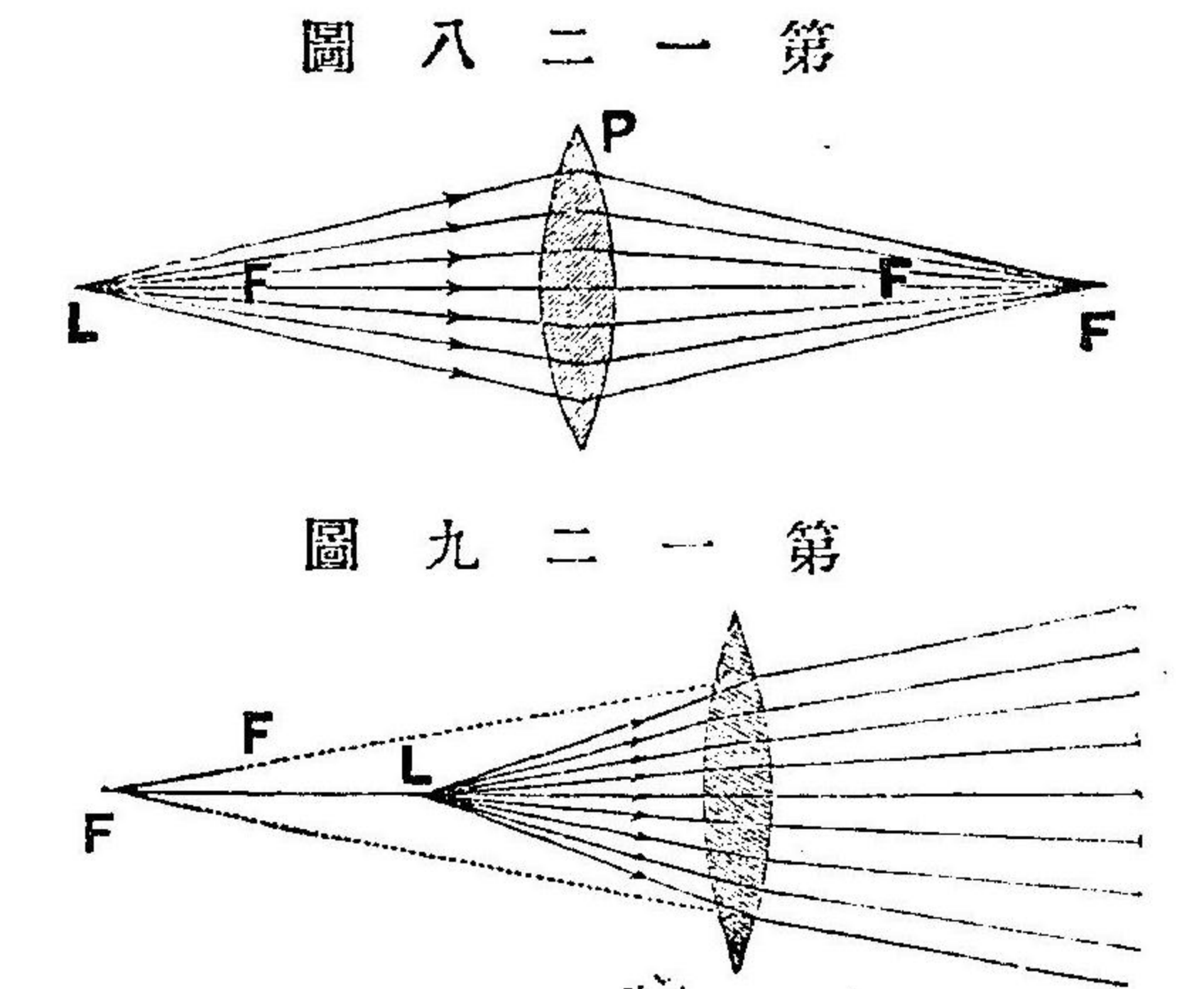
二六圖ニ於テ、 P ハ兩面共ニ凸面ナルヲ以テ之ヲ兩凸「レンズ」ト稱ス、兩凸面ノニツノ中心 C 及 C' ナ連結スルモノヲ其正軸ト稱ス、其正軸ニ平行ナル光線 AB ハ、屈折ノ定則ニヨリ B 及 D ニ於テ屈折シ DF ノ方向ニ進ム、此正軸ニ平行ナル凡テノ光線ハ皆一點 F ニ集マル、故ニ F ナ「レンズ」ノ正燒點ト稱シ、而

シテFト「レンズ」トノ距離ヲ燒點距離 (Focal length)ト稱ス。逆ニFニ光ヲ置クトキハ「レンズ」ヲ通過シタル後皆平行光線トナル。



第一二七圖ノ如クABナル光線ハB及Dニ於テ屈折シテABト平行ナルDEノ方向ニ進ムモノナリ。然レドモ「レンズ」ノ厚ガ餘リ大ナラザルトキハABDEハ殆ンド一直線ト見做シテ可ナリ。而シテBDト正軸CC'トノ交線Oヲ光學上ノ中心 (Optical centre)ト云フ。

第一二八圖ノ如ク兩凸「レンズ」ノ正燒點外ニアル正軸上ノ一點Lニ光ヲ置クトキハ光ハPヲ通過シテ後皆正軸上ノ



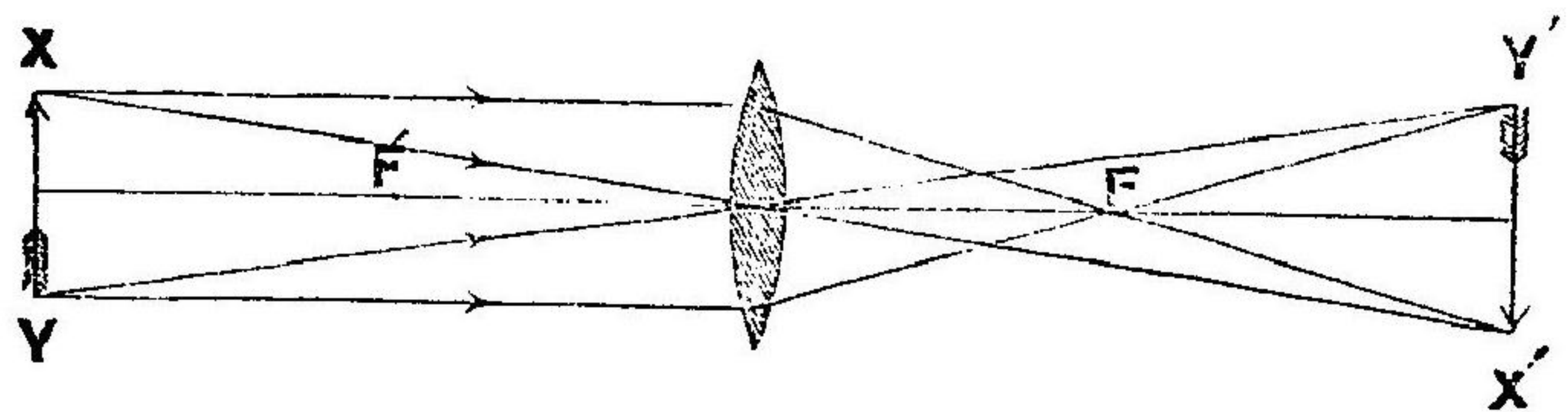
一點F'ニ集マル。逆ニF'ニ光ヲ置クトキハ光ハLニ集マル。故ニLトF'トヲ共軛燒點ト稱ス。若シ第一二九圖ノ如ク正燒點内ニアル一點Lニ光ヲ置クトキハ光線ハ「レンズ」ヲ通過スル後皆發散光線トナル。然レドモ之ヲ延長スレバ皆一點F'ニ集マル。故ニF'ハLノ虚燒點ナリ。

一四八

兩凸「レンズ」ノ像 (Image of a convex lens)

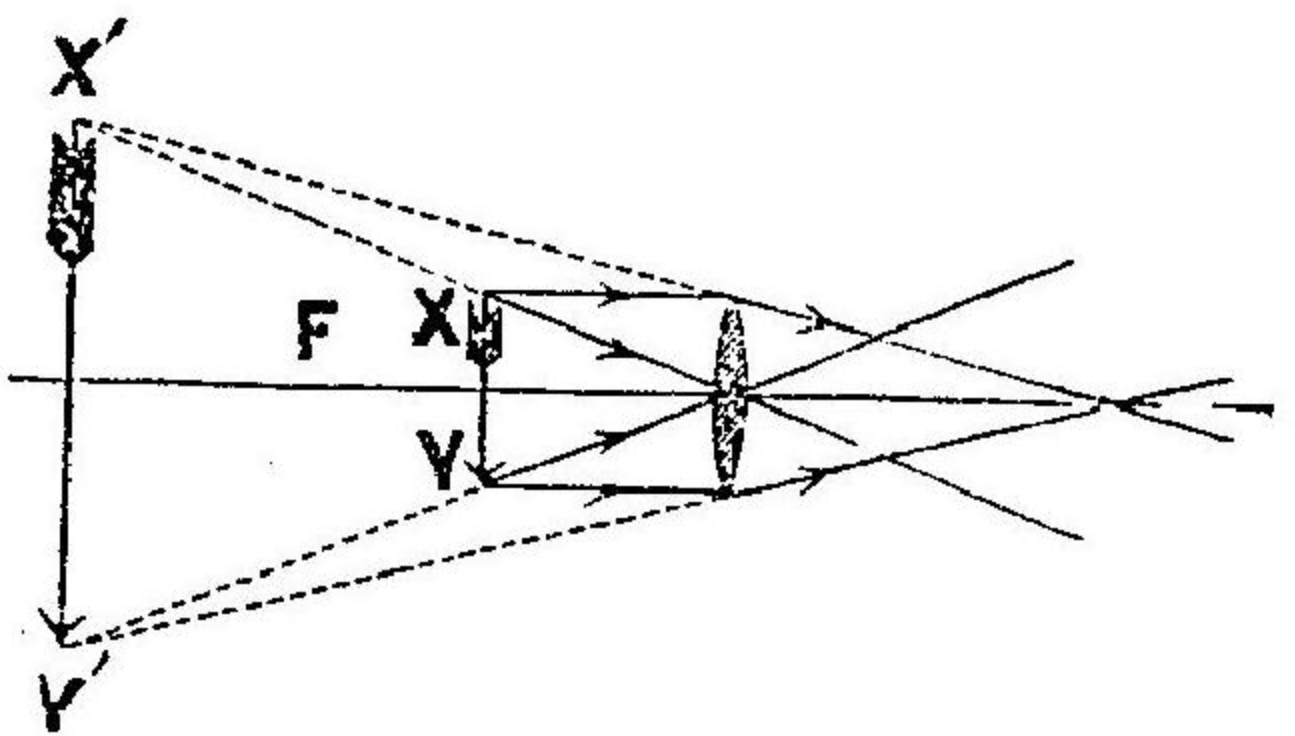
ノ正燒點外ニXYナル物體ヲ置クトキXヨリ發スル光線ハ皆X'ニ集マリ、Yヨリ發スル光線ハ皆Y'ニ集マル。故ニXYノ像ハX'Y'ニシテ實像ナリ。(第一三〇圖)

第一三〇圖



(一) 物體ガ兩凸レンズノ正燒點ノ外ニアルトキハレ

第一三一圖



ノハY'ヨリ發セラレタルカノ如キ觀アリ、因テXYノ像X'Y'ハ必ず虚像ニシテ實物ヨリ大ナリ、以上論ズル所ヨリ兩凸レンズニ關スル二ツノ定則ヲ得ベシ。

第一三一圖ノ如ク、兩凸レンズノ正燒點内ニ物體ヲ置クトキハXヨリ發スル光線ハ「レンズ」ヲ通過スル後皆發散光線トナル、故ニ物體ノアル側ト反對ノ側ヨリ見ルトキハ、X'ヨリ發セラレタルカノ如キ觀アリ、又Yヨリスルモノ

ンズノ反對ノ側ノ正燒點外ニ於テ倒立シタル實像ヲ生ズ。(二) 物體ガ兩凸レンズノ正燒點内ニアルトキハ物體ト同シ。側ニ於テ直立シタル虚像ヲ生ズ。

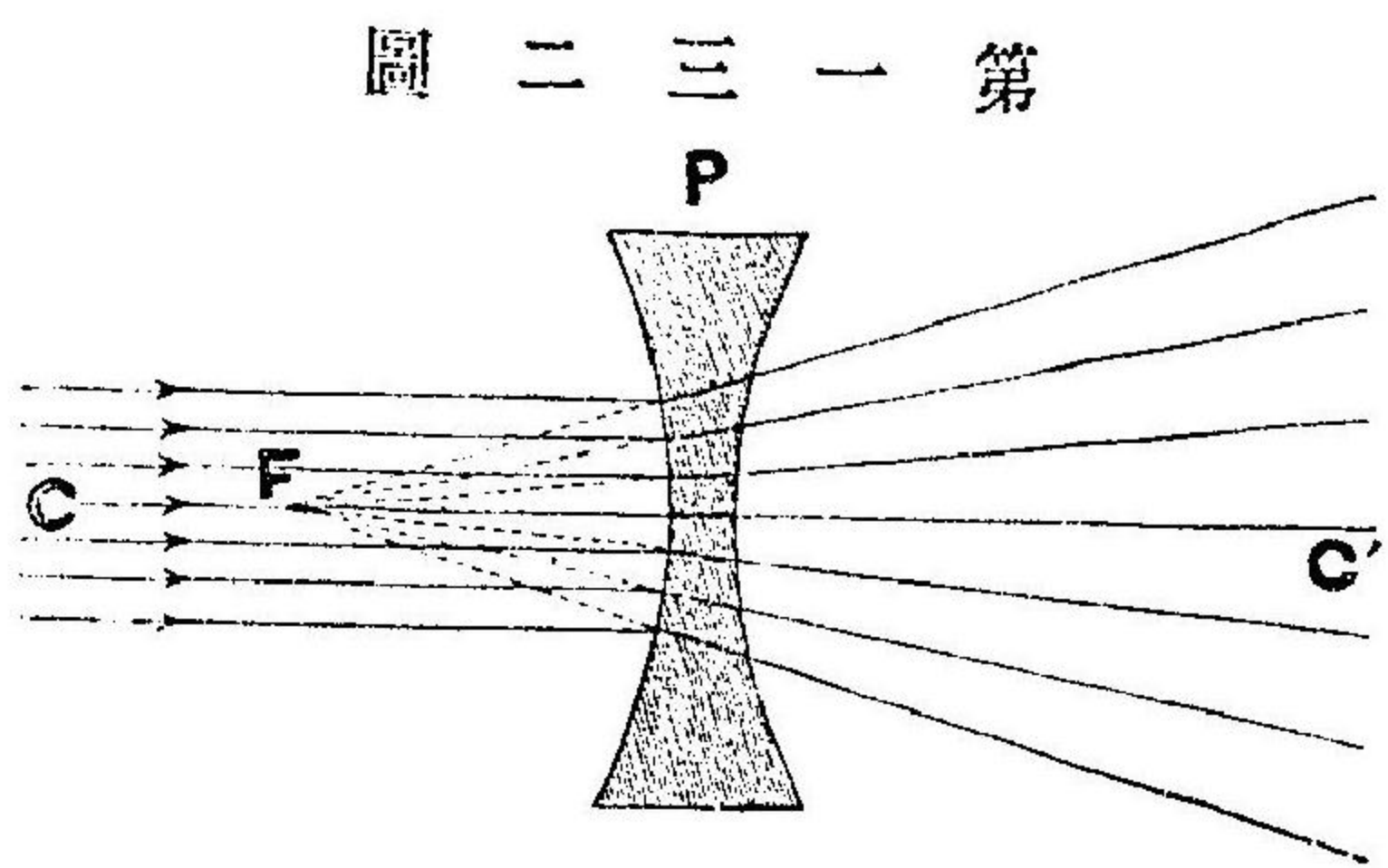
實驗 第一二五圖甲ニ示ス如キ三ツノ異ナリタル收斂レンズヲ以テ別別ニ以上述ブルガ如キ實像及虚像ヲ作り試ムベシ。

(玻璃鑷ノ中ニ金魚ヲ游泳セシムレバ實物ヨリ形大トナリテ見ユ其理如何)

一四九

兩凹「レンズ」(Concave Lens) Pハ兩面共ニ凹面ナルヲ以

テ之ヲ兩凹「レンズ」ト稱ス、其兩凹面ノ中心C及C'ヲ連結スルモノヲ其正軸ト稱ス、其正軸ニ平行ナル光線ハPヲ通過シテ後ハ皆發散光線トナル、然レドモ之ヲ延長スルトキハ皆一點Fニ集マル、C'ノ側ヨリ見ルトキハ光ハ皆Fヨリ發



第一三二圖

セラレタルカノ如キ觀アリ、故ニ之ヲ虚
 燒點 (Virtual focus) ト稱シ、Fト「レンズ」トノ
 距離ヲ燒點距離ト稱ス。

兩凹「レンズ」ノ像 (Image of a concave

lens) 第一三三圖ニ示ス如ク、兩凹レン

ズノ一方ニXYナル物體ヲ置クトキXヨ

リ發スルモノハ「レンズ」ヲ

通過スル後發散シテX'ヨ

リ發セラレタルカノ如キ一

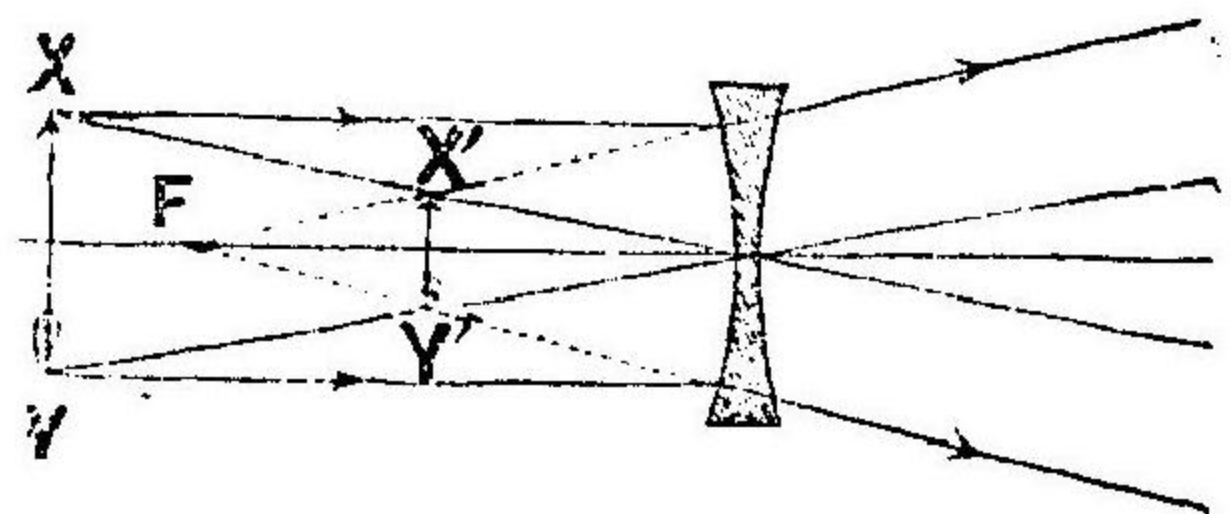
觀アリ、YヨリスルモノハY'ヨリ發セラレタ

ルカノ如キ觀アリ、故ニXYノ像即X'Y'ハ必ズ虚

像ニシテ實物ヨリ小ナリ。

實驗 第一二五圖乙ニ示ス如キ三ツノ異ナ

第三圖



リタル發散「レンズ」ヲ以テ別別ニ以上述ブル如キ虚像ヲ見
 ルベシ。

暗箱 (Camera) 第一三四圖ハ寫真用ノ暗箱ニシテ、Dハ兩

凸「レンズ」ヲ備ヘタル眞

鍮製ノ管ニシテ螺旋ニ

テ前後ニ運動セシムル

コトヲ得ルモノナリ、BC

ハ艶消玻璃板ナリ、而シ

テ暗箱内ハ光線ノ反射

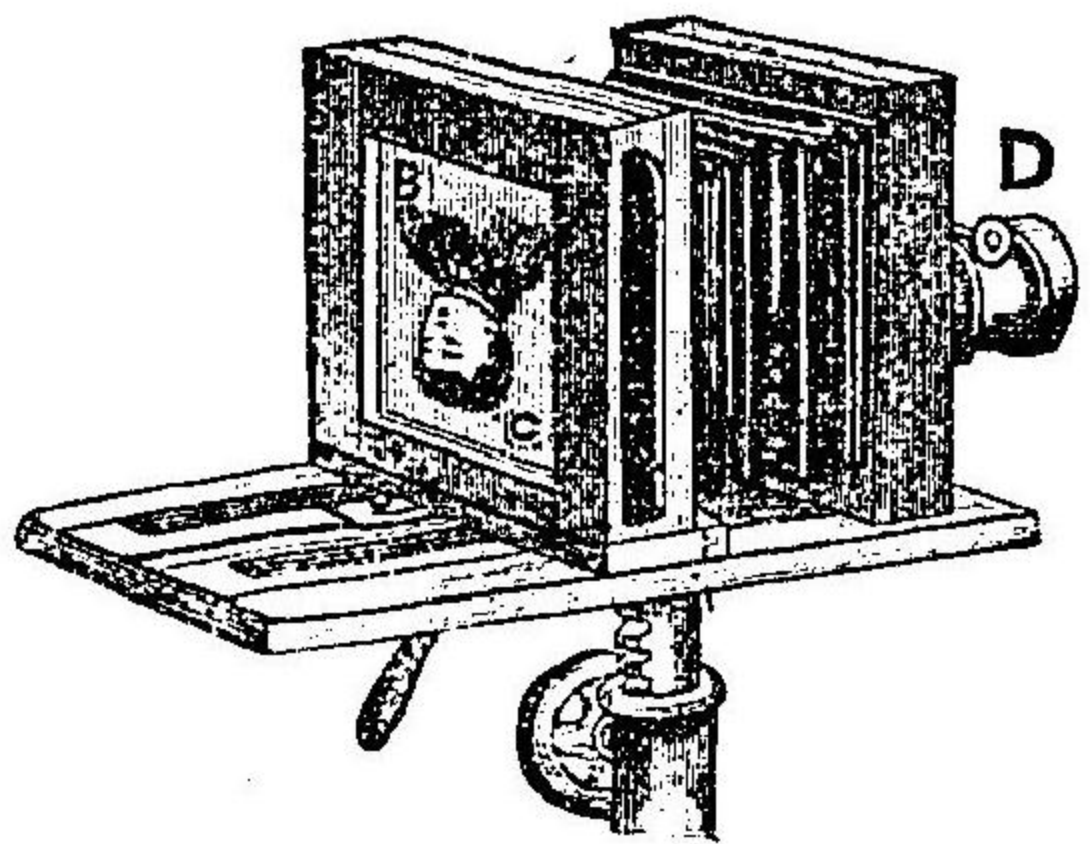
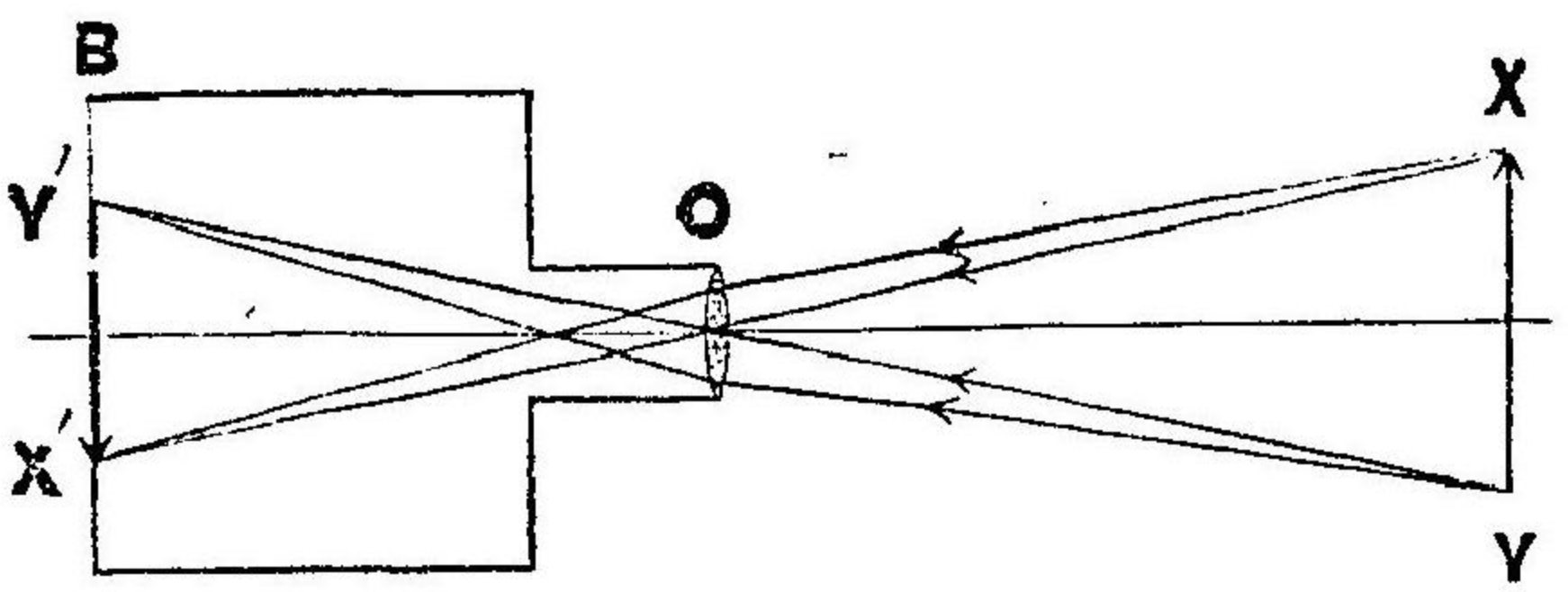
ヲ防グ爲メニ黑色ニ塗

抹セラル、第一三四圖ノ

如クXYナル物體ノ存在

スルトキハ凸「レンズ」Oニ

第一三四圖



第六編 輻射ノ勢ニキテ

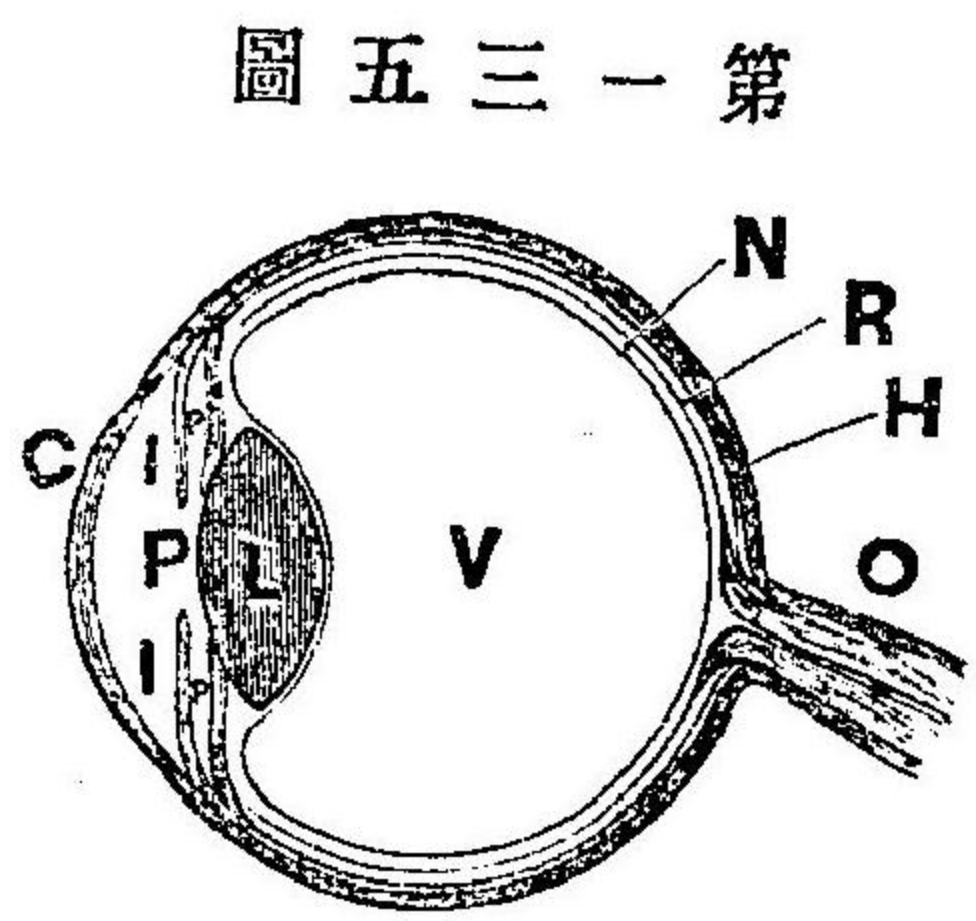
由リテ BC ナル 玻璃面上ニ 倒立シタル 實像 X'Y' チ 映ズルモノナリ。

一八四

一五二

眼球 (Eye ball) 第一三五圖ハ 眼球ノ 垂直ノ 橫斷面ヲ 示ス 眼ノ 前面ヲ 被フ 透明ノ 膜ヲ 角膜 C ト云ヒ、角膜ト 連續シテ

眼ノ 外壁ヲ ナスモノヲ 硬膜 H ト云フ、硬膜ノ 内面ニ 黑色ノ 膜アリ、之ヲ 脈絡膜 R ト云ヒ、此物ハ 眼球ノ 内部ニ 於テ 能ク 光線ノ 反射ヲ 防グモノナリ、脈絡膜ノ 内面ニ 網膜 N アリ、之ニ 視神經ノ 末端ハ 分布セラル、而シテ 脈絡膜ノ 前面ヲ 虹彩 I ト云ヒ、其中心ニ 圓キ 孔アリ、之ヲ 瞳孔 P ト云フ、瞳孔ハ 自ら伸縮シテ 眼ニ 入ル 光線ノ 分量ヲ 加減スルモノナリ、虹彩ノ 後ニ 透明ナル 水晶體 L アリ、而シテ 水晶體ノ 前ニ アル 液ヲ 水



第一三五圖

液ト云ヒ、水晶體ノ 後ニ アル 液ヲ 硝子樣液 V ト云フ、V ハ 硝子膜 H ニテ 圍マルモノナリ、而シテ 眼ノ 作用ハ 暗箱ト 同一ナリ、即チ 物體ヨリ 發セラレタル 光線 瞳孔ニ 入ルトキハ、水樣液及 水晶體 L 及 硝子樣液 V ニ 由リテ 屈折セラレ、遂ニ 網膜上ニ 倒立シタル 物體ノ 像ヲ 映ズ、然ルトキハ O ヨリ入リ込ミタル 視神經ノ 作用ニ ヨリ、腦髓ハ 物體ノ 存在ヲ 認識ス、而シテ 近距離ニ アル 物體ヲ 見ント 欲スルトキハ、水晶體ハ 己ノ 凸面ノ 屈曲ノ 度ヲ 増ス、之ニ 反シテ 遠距離ニ アル 物體ヲ 見ント 欲スルトキハ、其凸面ノ 屈曲ノ 度ヲ 減ズルモノナリ。

近視眼ハ 水晶體ノ 屈曲ノ 度甚シクシテ 遠方ニ アル 物體ヲ 明カニ 視ルコト 能ハザルガ故ニ、其前ニ 凹「レンズ」ノ 眼鏡ヲ 懸ケテ 其缺點ヲ 補フ、之ニ 反シテ 遠視眼ハ 水晶體ノ 屈曲ノ