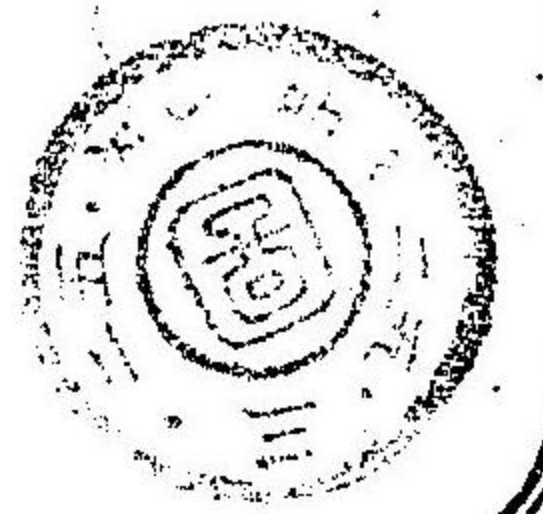


27-175

No. 353/XXV

農學士菊池熊太郎著



普通物理學

東京 金港堂書籍會社

普通物理學目次。

總論

第一編 力學

第一章	運動	九
第二章	力ノ合成作用	一五
第三章	原動及反動	二八
第四章	引力及ヒ重力	三三
第五章	重心ヲ論ズ	四六
第六章	墜體ノ加速動	五三
第七章	擲物動、振子、圓運動	六九
第八章	動作及ヒ勢	八〇
第九章	器械	九一
第十章	分子ノ引力及ヒ其現象	一〇四
第十一章	流動體ノ力學	一一六

第十二章 流動體ノ浮力及ヒ比重……………一四四

第十三章 毛管現象——滲入滲出——氣體ノ擴散……………一五五

**第二編 熱學**……………一六一

第一章 熱ト温度附寒暖計……………一六一

第二章 物體ノ膨脹……………一七二

第三章 熱量ノ測定——比熱——融解ノ潜熱……………一八六

第四章 液體ノ氣化——蒸氣ノ潜熱——大氣中ノ濕氣……………一九六

第五章 熱ノ傳導熱ノ輸送……………二一一

第六章 熱ノ輻射……………二二一

第七章 熱ト運動ノ關係……………二三四

**第三篇 音響學**……………二四一

第一章 波動ヲ論ス……………二四一

第二章 音ノ發生及ヒ音ノ傳達……………二五〇

第三章 樂音……………二五九

第四章 絃棍及ヒ板ノ振動管中ニ於ケル空氣ノ振動……………二六八

第五章 音響ノ協合交錯——發聲機聽音機——音響學上ノ器械……………二八〇

**第四篇 光學**……………二八七

第一章 總論……………二八七

第二章 光ノ反射鏡ノ影像……………二九八

第三章 光ノ屈折ふりすむ及ヒれんず……………三一一

第四章 光學上ノ器械——眼球……………三三〇

第五章 すべくとらむノ現象及ヒ物色……………三三七

第六章 波動說ノ真相——光ノ分極……………三四八

**第五篇上 靜電氣學**……………三五九

第一章 靜電氣ノ性質……………三五九

第二章 電氣ノ感應作用電氣計……………三七〇

第三章 電氣器械及ヒ電氣ノ現象……………三七八

**第五篇下 動電氣學**……………三九七

第一章 磁氣ヲ論ズ……………三九一

第二章 電流及ビ電池……………四〇七

第三章 電氣ト磁氣ノ關係、かるばに計……………四三二

第四章 電流ノ強弱ヲ規定スル原因……………四三二

第五章 動電氣ノ感應作用及ビ熱電氣……………四三八

第六章 動電氣ノ作用及ビ其應用……………四五〇

附度量衡比較表……………四六四

普通物理學目次終。

普通物理學

農學士 菊池熊太郎著

總論

物理學之目的

科學ノ目的萬有現象ヲ討究シテ之ガ定則ヲ發見スルニア  
 ルモノニシテ現象ノ性質ニヨリ各科學ノ範圍自ラ劃然タリ即チ生體上ノ現象ニ  
 關スルモノチ生物學ト稱シ、心意上ノ現象ニ關スルモノチ心理學ト稱スルガ如シ  
 而シテ物理學ノ目的タル、物體ノ現象ニ就キテ之ガ攻究ヲ遂クルニア、ルモノナリ  
 サレドモ化學ナルモノ、講明スベキ區域モ亦物體ノ現象ニ外ナラザレバ、マツニ  
 學ノ區別ヲ明解スルヲ要ス、大凡ソ物體ノ現象タル千態萬狀枚舉ニ暇アラザレド  
 モ、要スルニ實質上ノ變化ニ伴フ現象ト、實質ヲ變ズルニ至ラザル現象トノ二類ニ  
 出デズ、前者ハ即チ化學ノ範圍ニ屬シ、後者ハ物理學ノ目的トスル所タリ。サレバ物  
 理學トハ實質ノ變化ヲ惹起セザル物體上ノ現象ヲ攻究スルハ、學ナリト解スベシ。  
 物體 空間ノ幾分ヲ填充シ、吾人ノ感覺ニヨリテ其存在ヲ徵知シ得ラル、モノ  
 チ物體ト云フ。宇宙間ニ各物體ハ其數七十餘種アル原素ト稱スル物體ノ抱合化成



必ズ孔性ヲ存スルニヨリテ之ヲ知ル。物理學上ニ所謂孔性トハ、彼ノ海綿、浮石、木片等ニ存スルガ如キ肉眼以テ之ヲ認識シ得ベキ有孔性ニアラズ。吾人既ニ分子ヲ認ムルコト能ハズ、何ヲ以テカ能ク其ノ間隙ヲ認知シ得ン。瓦礫ノ堆ノ如キモ、遠所ヨリ之ヲ望見シ、各片ヲ明カニ識別スルコト能ハザル時ハ、恰モ其ノ質連續セル堆塊ノ如ク見ユ。又銀河ハ強力ナル顯微鏡ヲ以テ之ヲ望見スレバ、實ニ星粒ノ聚簇ニ過ギザルヲ知ルト雖、肉眼ニハ恰モ白帶ノ空中ニ横タルガ如ク、天河ノ名空カラザル思ヒアラシム。是レ吾人ノ肉眼能ク各星ヲ認識スルコト能ハザルニ由ル。是ヲ以テ之ヲ觀レバ、物體ノ實質ハ恰モ連續セルガ如ク思考セラル、ハ吾人ノ肉眼分子ヲ認ムルコト能ハザルノ故ト知ルベシ。但シ物ノ其ノ容積ヲ増減スルハ分子接近シテ其ノ間隙ヲ縮メ、或ハ離開シテ其ノ間隙ヲ増スノ故ト知ルベシ。物體ノ孔性ヲ證明スル二三ノ實驗ヲ説カン。

砂糖、食鹽等ヲ水ニ溶解スルモ、其ノ水ノ容積膨脹セザルハ、是レ水ノ孔中ニ此等物質ノ分子ヲ收ムルガ故ナリ。夏時冷水ヲ盃ニ盛りテ之ヲ室内ニ置ケバ、須臾ニシテ水中ヨリ氣泡ノ起コルヲ見ル、是レ水ノ孔中ニ溶在セル空氣ノ熱ヲ受ケテ膨脹逃

散スルニ由ルモノナリ。又黃金ノ如キ質緻密ノ體ト雖、尙孔ヲ有スルコトハ、一千六百六十一年ニ施行セラレタル有名ナルふるれんちんノ實驗ニテ明カナリ。初メハ水ノ收縮性ヲ驗セント欲シテ、黃金ノ空洞球ニ水ヲ充テ、其ノ口ヲ密封シ、而シテ此ノ球ヲ壓搾セシニ、球ノ表面ニ露ヲ驗シタリケレバ、水ノ黃金ノ孔ヲ通ジテ外ニ出デタルコトヲ知リタリ。爾後種々ノ金屬ニテ空洞球ヲ製シ、同一ノ實驗ヲ行ヒシニ、同一ノ結果ヲ認メシト云フ。

一めーとるノ長サアリテ其ノ一端閉合セル細長玻璃管ニ水ヲ半バ充テ、其ノ上ニ純酒精ヲ徐ニ注入シテ、凡ソ其ノ管頂ニ達セシメ、而シテ其ノ頂點ヲ管ニ記シ、拇指ニテ管口ヲ閉テ、數回管ヲ倒ニシ、水ト酒精トヲ混合セシムレバ、其ノ容積收縮シ、彼ノ記セル頂點ヨリ、凡ソ一吋程ノ下降アルヲ認メ、之ト同時ニ氣泡ノ液中ヨリ上ルヲ見ルベシ。是レ水分子ノ幾分酒精ノ分子間ニ浸入シ、初メ此所ニ溶在セル空氣ヲ驅逐スルガ故ナリ。

三態

ス。

物體分子聚統ノ模様ニヨリ、物體ハ固態、液態、氣態ナル三種ノ狀態ヲナ

固態トハ物體分子ノ相互比較上ノ位置變化セズ多少強大ナル力ヲ用フルニアラザレバ各部ヲ分離移動スルコト能ハズ、常ニ定形ヲ維持スルモノニテ、此ノ狀態ニアル物體ヲ固體ト稱ス、金石、土砂ノ如キハ其例ナリ。

液態トハ其ノ分子定着セズシテ移動シ易ク、之ヲ盛ルノ器ニヨリテ其ノ形ヲ變ジ、一部分ヲ分取スルコト容易ナルモノニシテ、此ノ狀態ヲナス物體ヲ液體ト云フ、水、酒精、燈油ノ如キハ其ノ例ナリ。

氣態トハ分子ノ動搖甚シクシテ、常ニ外ニ向テ擴散セント欲シ、定形ナク、器ニ應ジ、テ其ノ形ヲ取ルハ勿論、密封器ニアラザレバ之ヲ抑留スルコト能ハズ、此ノ狀態ニアル物體ヲ氣體又瓦斯ト稱ス、空氣、水素ノ如キハ其例ナリ。

**運動及力**

運動ト云ヘバ吾人之ヲ以テ物ノ變位ト解スレドモ、其ノ意義ヲ廣クスルトキハ普ク宇宙ノ全局ニ涉リテ万象ヲ包括ス、實ニ萬有ノ現象ナルモノハ

物ノ運動ニ外ナラザルナリ、但シ吾人ノ直ニ運動トシテ認ムルハ、單ニ物體上ノ運動ナレドモ、若シ分子ノ運動ナルモノニ其ノ思考ヲ及ボストキハ、万象即チ運動タリトノ義理ヲ了スベシ、之電氣等ノ諸象ハ分子ノ運動ニ由來ス、木石金屬等凡ベテ

ノ物體ニ於ケル分子ハ常ニ靜止スルモノニアラズ、各自相并ブノ間隙内ニアリテ絶エズ動搖ヲナサザルナシ、サレバ宇宙ノ物體中一モ眞個ニ靜止スルモノナシト知ルベシ。

然レドモ吾人ハ物自カラ運動ヲ始ムルモノニアラザルヲ知ル、否吾人ノ物トシテ解スルハ自カラ其ノ欲スル所ニ向テ移動シ得ルノ實體ニアラズ、故ニ物ノ運動スルアレバ必ス斯クナサシメタル原因ナルモノアルヲ信ズ、此ノ原因ハ即チ吾人ノ力ト稱スルモノナリ、サレバ力トハ物體運動上ノ狀態ヲ變ズルモノニシテ、萬象ノ原因ヲナスモノナリト解ス。

第一編 力學

第一章 運動

動靜

一物體ノ常ニ其ノ位置ヲ變ズルアリ、吾人之ヲ目シテ此ノモノ運動スト云フ。車馬ノ駛走スルガ如キ、船舶ノ航行スルガ如キ、禽鳥ノ飛翔スルガ如キ、河水ノ流下スルガ如キ、振子ノ震搖スルガ如キ即チ是レナリ。サレバ動トハ物ノ變位ヲ云フ。然ルニ物體ハ自ラ此ノ運動ヲ生ジ得ルモノニアラズ、路邊ノ石ハ他物來リテ之ヲ移動スルニアラザル以上ハ決シテ其ノ位置ヲ變セズ。物ノ地上ニ落ツルヤ、地球ノ之ヲ牽引スル作用アレバナリ、故ニ吾人ハ一物ノ運動スルヲ見レバ必ズ之ヲ動かシタルモノアリテ然ルコトヲ推想ス何トナルバ物體自ラ之ヲ生スルモノニアラザルヲ以テナリ。要スルニ物體ノ運動ハ力ノ誘起スル所ニシテ、一物他ヨリ此ノ力ノ作用ヲ傳ヘ受クレバ則チ運動スルモノトス。

動トハ物ノ變位ナルコトヲ知レリ、之ト反シテ物ノ其ノ位置ヲ變ズルコトナク、一定處ニ留止スルヲ靜ト云フ。机上ニ安置スル墨硯ノ如キ、之ヲ移動スルモノナケレバ永ク其他位ニアルベシ、コレ靜ナリ。更ニ動靜ナル文字ノ意義ヲ明ニセンニ、甲乙



二列ノ瀛車アリテ相共ニ平行セル軌道ニ乗ルト假定シ、甲ハ一時間ニ十里ヲ走り乙ハ十五里ヲ走ルトスベシ。今甲乙ノ各列車ヲ對比セズシテ云へバ、一ハ一時間ニ十里ノ割合ヲ以テ其ノ地位ヲ變ジ、他ノ一ハ同ジク十五里ノ割合ニテ其地位ヲ變ズ。然ルニ若シ甲乙ノ二列車ニシテ同一ノ方向ニ進ムモノナランニハ、兩者ハ每一時ニ五里ノ割合ニテ相隔離スベキガ故ニ、甲ニ比シテ云へバ乙ハ一時間ニ五里ノ割合ニテ進行スルガ如シ。サレド兩者若シ正反對ノ方向ニ走ルモノナランニハ、一時間ニ二十五里ノ割合ヲ以テ相互ニ其位置ヲ隔ツルヤ明ナリ。

コ、ニ於テ比較的動ト絕對的動トノ區別ヲ明ニスルヲ要ス。他ノ動體ニ對シテ一物ノ運動ヲ認ムルハ是レ比較的動ナリ、之ト反シテ空間ノ一定點ニ對シテ物ノ其地位ヲ變ズルヲ認ムルハ是レ絕對的動ナリ。吾人常ニ我が地球上ニアリテ運動スルヲ見、其ノ遲速ヲ算定シ、一時間ニ若干里ヲ走ルヲ知ルト雖、之ヲ以テ絕對的運動ナリト思フハ非ナリ、何トナレバ空間ノ或ル一定點ニ對シテ認知シタル運動ニアラズシテ、其ノ外圍ノ物體即チ地上ノ他物體ニ對シテ認知シタル運動ナレバナリ。何ゾ知ランヤ地上ノ萬體ハ地球其ノ物ト共ニ恒々運動シテ止マザルモノナ

ルコトヲ。動體ニ對シテ認知スル運動ハ比較的動ナリ、故ニ地上ニ一モ絕對的動ナシト知ルベシ。

靜ニモ亦比較的ト絕對的トノ別アリ、比較的靜トハ他物ハ上ニ負載セラル、物體ニ就テ云フモノハナリ、瀛車ニ乗ル人ノ車ノ馳走スル際ニアリテ、車室内ノ事物ニミ注目セバ何レモ靜止スルガ如ク思ハルベキモ、翻テ車外ニ向ハ、自己ノ體ヲ始メトシテ、車内ノモノ悉ク運動スルヲ認メン、又舟ノ甲板ニ止マルモノ、地球ノ表面ニ止マルモノモ、靜止スルガ如ク思ハル、モ、之ヲ負載スル體運動スルヲ以テ、眞個ニ靜止スルニアラザルヲ知ラン、乃チ比較的靜トハ眞正ノ靜止ニアラザルヲ知ルベシ、之ト反シテ眞正靜止即チ絕對的靜トハ、空間ノ或ル一定點ニ對シテ、其位置ヲ變ゼザルヲ云フモノハナリ。

眞正靜止ノ物體ハ宇宙間ニ存在スルコトナシ、又吾人ハ空間ノ或ル定點ニ對シテ物體ノ運靜ヲ認識スルコト能ハザルヲ以テ、吾人ガ云フ所ノ動靜トハ、比較的動靜ニシテ、絕對的動靜ニアラズト知ルベシ。

**速度** 物體ノ運動ヲ比較スルニ當リテ、其ノ一定時間ニ經過スル割合ヲ知ラザ

ルベカラズ、即ち同一時間ニ六ニ其地位ヲ變ズルモノト、少シク變ズルモノトアルヲ以テ、一定ノ時間中ニ運動スル割合即チ速度ヲ知ルニアラザレバ、物體運動ノ多少ヲ究ムルコト能ハザルモノナリ。サレバ速度トハ一定時間ニ經過スル運動上ノ距離ヲ云フモノニシテ、之ヲ知ルニハ全時間ヲ以テ全距離ヲ除スベシ。例ヘバ三時間ニ三十里ヲ走ル瀛車アリトセンニ、此ノ汽車ノ速度ハ一時間十里ナリト云フ、又二分時間ニ百間ヲ歩行スル人アリトセンニ、此ノ人歩行ノ速度ハ一分間五十間ナリト云フ、但シ時間ノ單位異ナルニ從テ、同一ノ速度モ異様ノ言語ニテ表彰セラルルモノナリ、例ヘバ一時ニ五十里、或ハ三時ニ百五十里、或ハ三十分時ニ二十五里ノ速度ト云フハ、皆同一ノ速度ヲ指稱シタルモノナリ、何トナレバ一時間ヲ單位トシテ、三時ニ百五十里ノ速度ト、三十分時ニ二十五里ノ速度トヲ測定スレバ、共ニ一時間五十里ノ速度トナルヲ以テナリ、理學上ニテ物體ノ速度ヲ測ルニハ、時間ノ單位ヲ一秒トシ、距離ヲ以テ距離ヲ計ルノ單位トス。

物體ノ運動スルヤ一定不變ノ速度ヲ以テ進行スルコトモアリ、或ハ絶エズ變更スル所ノ速度ニテ進行スルモノモアリ、故ニ等動、不等動ノ別ヲ生ズ。不等動ノ一種ニ

シテ次第ニ速度ヲ増加スルヲ加速ト云ヒ、次第ニ速度ヲ減少スルヲ減速ト云フ。瀛車ノ甲停車場ヲ發スルヤ、始メハ其速度遅クシテ次第ニ速ヲ加フ、是レ加速動ノ例ナリ、ソレヨリ漸ク進メバ、畧同一ノ速度ヲ以テ進ム、ソレ等動ノ例ナリ、將ニ乙停車場ニ到着セントスルニ方リテ次第ニ速度ヲ減ズ、コレ減速動ノ例ナリ。但シ真正ノ等動ナルモノハ宇宙間ニ存在セズ、又人爲ヲ以テ之ヲ生ズルコト能ハズ、各種ノ運動ハ悉ク不等動ナリト知ルベシ。

習慣性ノ規則

靜止セル車ニ立ツ人アリ、卒然此ノ車ノ運動スルニ遇ヘバ其人必ズ進行ノ方向ニ反對シテ倒ルベク、又急速ニ運動スル所ノ車上ニ立ツ人アリ、卒然其車ヲ止ムレバ其人必ズ車ノ進行スル方向ニ倒ルベシ、是レ物體ハ俄ニ其運動ヲ受ケ、又俄ニ其運動ヲ失フコト能ハザルモノナルコトヲ認知セシム。靜止スル所ノ車ヲ急速ニ動かスヤ、乗者ノ體ハ未此ノ運動ヲ受ケザルヲ以テ、尙ホ靜止セント欲シ、車ニ觸接スル足部ノミ運動ヲ始ムルヲ以テ、勢ヒ進行ノ方向ニ反對シテ倒レザルヲ得ズ。又進行スル所ノ車ヲ俄カニ止ムルヤ、車ハ先ヅ其運動ヲ失フベキモ、乗者ノ體ハ未タ全ク之ヲ失ハズシテ尙ホ進行セント欲スルノ傾向ヲ有スルカ故

ニ進行ノ方向ニ倒ル、ナリ、サレハ靜止スル物體ハ他ニ之ヲ妨グルモノナキ以上ハ永ク其地位ヲ變セザラント欲シ運動スル物體モ他ニ之ヲ妨グルモノナキ以上ハ永ク同一ノ方向ニ進マント欲ス、此ノ性質ハ各物體ノ普ク有スル所ニシテ之ヲ習慣性ト云フ。サレバ習慣性ノ法則ニ曰ハク凡ソ靜體ハ外力來リテ之ヲ動かスニアラザレバ依然トシテ其位置ヲ變スルコトナク又動體ハ外力來リテ之ヲ碍クルニアラザレバ同一ノ速度ヲ以テ直進セント欲スベシ。故ニ物體ノ一タビ運動スルヤ、外力ノ之ヲ邀ヘテ鎮定スルコトアラザレバ絶エテ其運動ヲ失フコトナク又其ノ進路ヲ改ムルコトナシ。然レドモ地上萬體ノ動クヲ見ルニ、一モ此ノ法則ニ待フモノナシ、故ニ茲ニ述ブル所ノ法則ハ吾人日常ノ經驗ニ反スルガ如ク思ハルレドモ、地上ニアリテ運動スル物體ニシテ、一モ外力ノ障碍ヲ受ケザルモノナシ。地球表面ニ於ケル各物ノ運動ハ空氣ノ抵抗、地球ノ引力及ビ物面ノ摩擦ニ由リテ遂ニ停止ス、是レ地上ニ無窮運動ナキ所以ナリ、稍無窮運動ノ例トモ見做スベキハ、天體及ヒ星辰ノ運動ナランカ。此ノ習慣性ノ法則ヲ通常にうとんノ第一運動則ト云フ。

### 第二章 力ノ合成作用

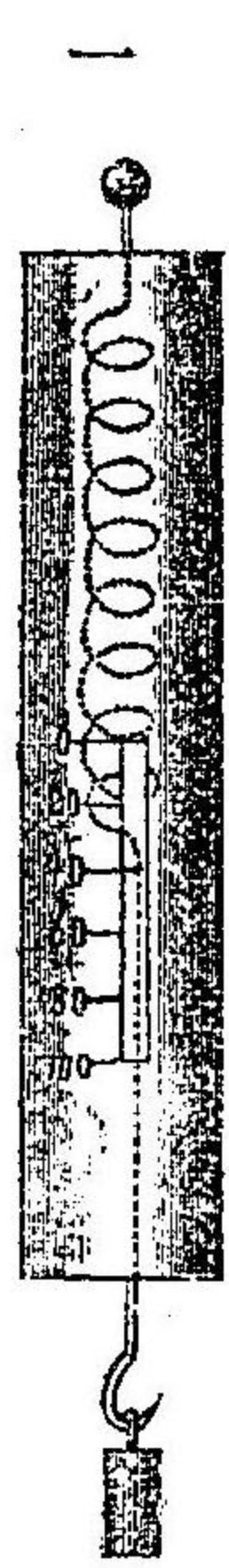
**質量、重量、密度** 質量ト重量ナル文字ハ明瞭ニ之レヲ區別セサルヘカラス。質量トハ物質ノ分量ト云フコトニシテ、甲物體ノ質量ト云ハバ該物體中ニ含有セラ、ル、實質ノ總量ト云フ意味ナリ。物ノ重量トハ其物ト地球トノ間ニ行ハル、引力ハ總量ヲ謂フ。故ニ引力ナキ處ニ於テハ重量ナカルベシト雖、質量ニ於テハ然ラズ物體若シ依然トシテソノ狀態ヲ變セサル以上ハ其質量ハ變ズベキ理ナシ。地球ノ表面上ニアリテ地球引力ノ作用一様ナラズ、即チ赤道地方ニ在リテハ引力ノ作用弱ク、兩極ニ近ツクニ從テ引力ノ作用増加ス(其理由ハ後章ニ論ズベシ)故ニ同一物體ト雖、其ノ赤道近傍ニ於テ量ルトキニハ重量少シク減スベク、兩極ニ近接スル處ニ於テ秤ルトキニハ重量少シク増スベシ。又地球ノ表面ヲ離ル、一、彌大ナレバ重力ノ作用愈々減少シ、其割合ハ凡テ地球ノ中心ニ對スル距離ノ自乗ニ反比例ス、故ニ地球表面ニ在リテ百斤ノ重量アルモノト雖、表面ヲ離ル、コト四千英里ノ處ニ至リテ其地心ニ對スル距離ニ倍スレバ、其重量減シテ四分ノ一即チ二十五斤トナリ、八千英里ノ處ニ至リテ距離三倍スレハ九分ノ一、即チ僅ニ十一斤餘トナル(此理

モ亦後章ニ詳ナリ、斯クノ如ク地球ノ表面ニアリテハ場處ニ依リ、又地球表面ヲ離ル、距離ノ如何ニ由リ、同一物體ノ重量ニ差異ヲ生スルモノナレドモ、ソノ物體若シ依然トシテ舊態ヲ維持スル以上ハ、決シテ質量ニ差異アルベキ筈ナシ、コレ質量ト重量ノ異ナル所以ナリ。然レドモ同一ハ場處ニ在リテハ物ハ重量ハ其質量ニ比例スルコト勿論ナリ、何ントナレバ同量ノ實質ニ働ク地球引力ノ作用等シカルベケレハナリ、故ニ同一個處ニ在リテ甲乙二體ヲ秤リ、甲ハ一きろぐらむノ重量ヲ有シ、乙ハ二きろぐらむノ重量ヲ有ストスレハ、甲ノ質量ハ乙ノ質量ノ二分ノ一ナラサルベカラス。

密度トハ一定ノ容積内ニ含有スル實質ノ分量ヲ云フモノニシテ、即チ容積ト質量トハ關係ヲ云フナリ、吾人常ニ實體ニ輕重アルヲ認ム、而シテ物ノ輕重ヲ云フニハ同容積ノ實體ヲ比較セザルベカラス、鐵ノ木材ニ比シテ其重量大ナリト云フハ、若干容ノ鐵ヲ同容ノ木材ニ比スルニ其重量大ナリト云フコトナリ、例ヘハ一立方メートルノ鐵ヲ一立方メートルノ木材ニ比スルニ其重量遙ニ大ナルハ、一立方メートルノ鐵ノ含有スル實質ハ、同容積ノ木材ノ含有スル實質ニ比シテ更ニ多額ナル

ガ故ナリ。既ニ述ブルガ如ク、密度トハ一定ノ容積内ニ含有スル實質ノ分量ナレバ容積ヲ以テ質量ヲ除スベシ。通常容積ヲ以テ重量ヲ除シタルモノチ密度ト云フ、故ニ四百立方センチメートルノ容積ヲ有スル一物ノ重量三百グラムアルトキハ、其密度ハ一立方センチメートル〇七五グラムナリト云フガ如シ。

力ノ測定 吾人ハ既ニ重量ナル文字ノ意義ヲ明ニセリ、今若シ一物體アリト

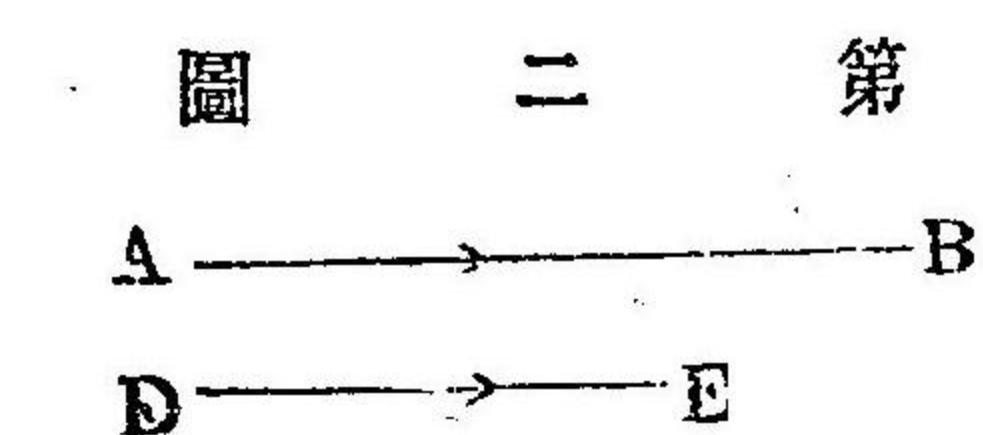


センニ、其物一きろぐらむノ重量ヲ有スト云フハ、此ノ物體ニ及ボス地球引力ノ量ハ正ニ一きろぐらむノ力ナリト云フノ意義ナリ、故ニ二きろぐらむノ重量アル物體ニ

働ク引力ノ量ハ前者ノ二倍ニシテ、引力ノ量ハ、凡テ重量ニ比例スルコト勿論ナリ。力ヲ測定スル簡單ナル器械ハ彈條衡ナリ、其形狀ハ第一圖ニ示スガ如ク、螺旋線形ニ卷ケル金屬線ノ下ニ物體ヲ下ク、其伸暢ニ依テ重量ヲ秤ルノ器ナリ。器中ニ指針ヲ具フ、其指針ノ示スヲ見テ重量ノ多少ヲ知ルベシ。但シ重量ヲ去リテ螺旋線ノ収縮スルハ、條ノ彈力アルニ依ル、斯クテ若シ彈條衡ニ働ク力大ナルトキハ、其伸暢著シカ

力ノ圖形

ルベク、其ノ伸暢ハ凡テ力即チ重量ニ比例スベキガ故ニ之ヲ力計ト名ツク。



一カアリテ一箇ノ球體ヲ運動セシメタリトセンニ、球ハ一直線ニ進行スベキカ故ニ、運動ヲ始メタル起點ト、其ノ進行スル方位ト其進行セル距離ト三者ハ、之ヲ一直線ヲ以テ表示スルヲ得ベシ。例ヘバ甲乙ノカアリテ、第二圖ニ示スカ如ク、A Dノ二點ヨリ二箇ノ球體ヲ運動セシムルニ、一秒時ノ終ハリニ至リテA球ハB點ニ達シ、D球ハE點ニ到レリト假定スレバ、A D二點ハ運動ノ起點ヲ示シ、A B D Eノ兩線ハ運動ノ方位ヲ示シ、此ノ二線ノ長サハ兩球ノ經過セル距離ト、並ニ作用セル甲乙二力ノ強サトヲ示スモノナルベシ。

今十きろぐらむノ力ヲ圖式ニ表ハサントスルニ、一せんちめーとるヲ以テ一きろぐらむニ相當ストスレバ、十きろぐらむハ十せんちめーとるノ直線ナルベシ。之ト反シテ若シ一みりめーとるヲ一きろぐらむニ該當スレバ、十きろぐらむハ當ニ十みりめーとるナルベシ、但シ直線中ニ矢頭ヲ附シテ力ノ進行スル方向ヲ示スヲ常トス。

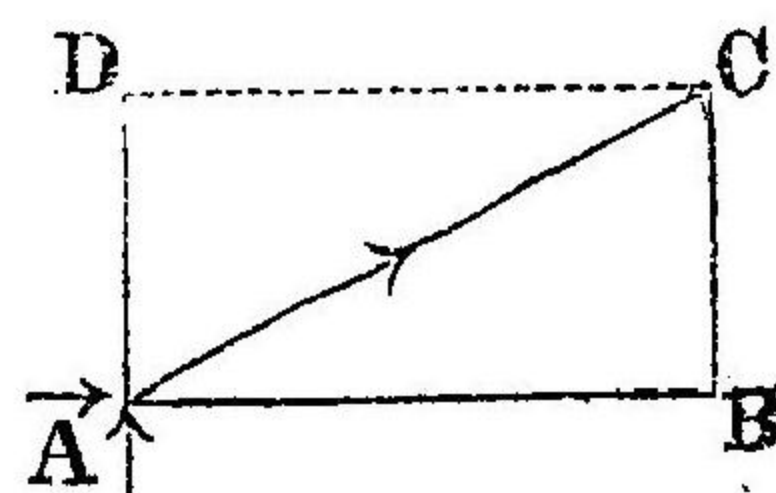
力ノ單位

地上同一箇所ニアリテハ、引力ノ強弱ハ凡テ重量ニ比例スルガ故ニ、甲乙ノ二物體ト地球トノ間ニ存スル引力ノ強弱ヲ計ラントセバ、其ノ重量即チ力計ニ感ズル所ヲ見テ之ヲ知ルベキコトハ既ニ前節ニ述ベタリ、而シテ本節ニ於テハ物理學者ノ一般ニ採用スル所ノ力ノ單位ナルモノヲ説明スベシ。力ノ單位トハ、一秒時間ニ一ぐらむカ實質アル物體ニ一せんちめーとる一めーとるノ百分ノ一ノ速度ヲ與フル力ニシテ名ツケテ、ダイント云フ。若シ二ぐらむノ重量アルモノヲ動カシテ之ニ一秒一せんちめーとるノ速度ヲ與ヘントスルニハ、二だイン即チ二單位ノ力ヲ要スベク、又一ぐらむノ重量アルモノヲ動カシテ一秒時ニ三せんちめーとるノ速度ヲ發セシメントセバ、三だインノ力ヲ要スベシ。

力ノ平行方形

八だインノカアリ、A B方位ニ働キ、A點ニアル球體ヲ一秒時間ニB點迄運動セシムト假定シ、次ニ一秒時ノ終リニ至リ六だインノ力來リ、前カノ方向ト直角ヲナシテA Dノ方位ニ働クモノト假定スレバ、球體ハ次ノ一秒時間ニC點ニ到達セン。然ルニ若シ右ノ兩力ヲシテ同時ニAニ於ケル球體ニ作用セシムレバ、球體如何ナル運動ヲナスヤト云フニ、始ノ如クC點ニ達スルモノニテ、此

圖三第

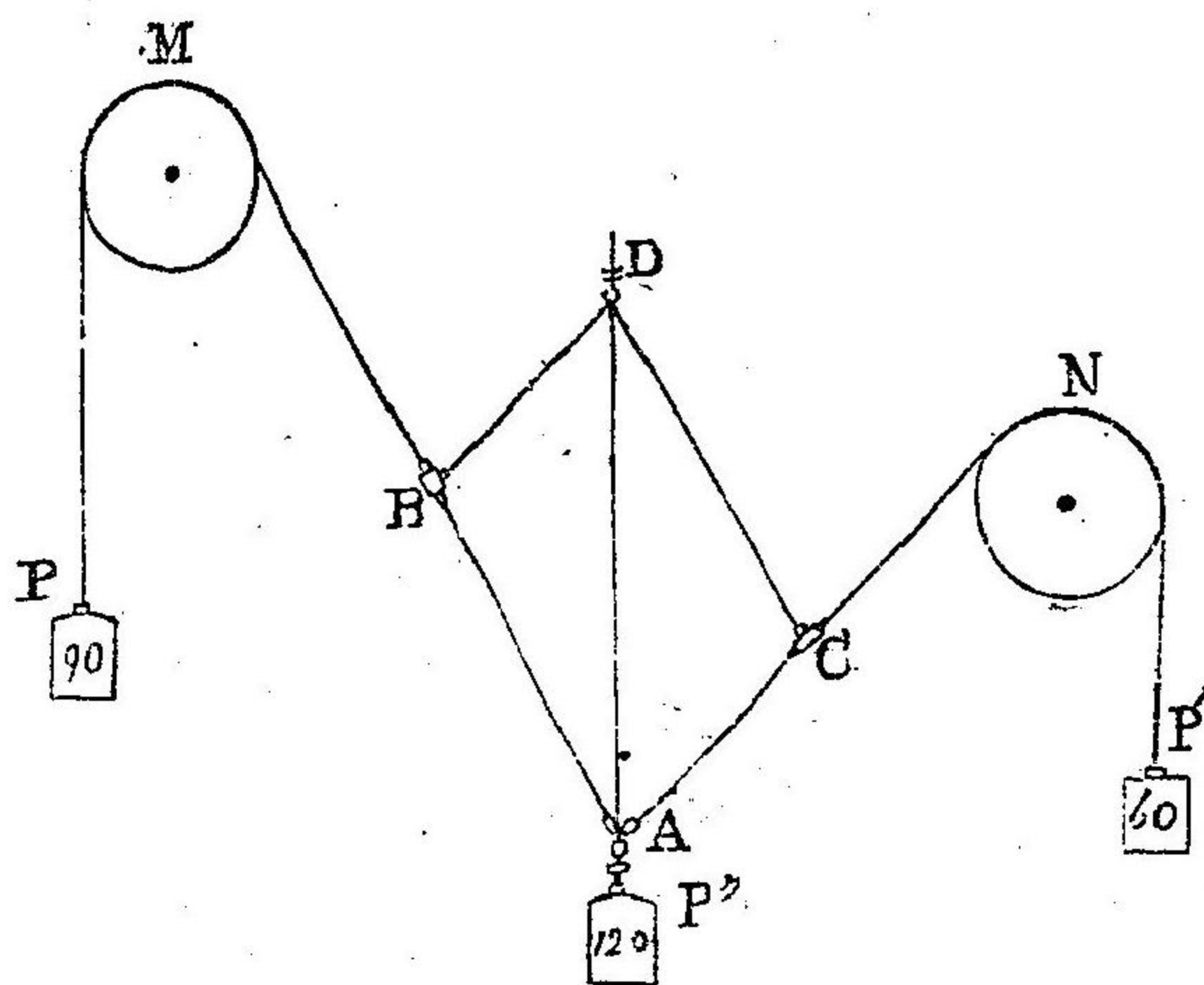


ノ際經過スベキ通路ハA B、A Dノ二線ノ間ニ位スルA C線ノ方向ナリ、故ニ恰モ二力相分レテ別々ニ作用セシ時ト同様ノ結果ヲ生ズ、乃チにうとんノ第二運動則ニ曰ハク、數個ノ力アリテ同時ニ一物體ニ作用スルヤ、各力ハ必ズ各自ノ生ズベキ結果ヲ現ス者ナリ、體換言スレバ、運動ノ變化ハ作用スル所ノ力ニ比例シカノ作用スル方向ニ於テ起ルモノナリト。今第三圖ニ就テ見

ルニ、A C線ハ直角三角形A B Cノ弦ナリ、而シテ此ノ直角三角形ノ二邊ハA B、A Dノ二線ニ等シキガ故ニ、幾何學上ノ原理ニヨリ  $AB^2 + BD^2 = AD^2 + DC^2$  ナリ、乃チA Cハ十だいに  $(8^2 + 6^2 = 10^2)$ ノ力ナルコト知ルベキナリ。

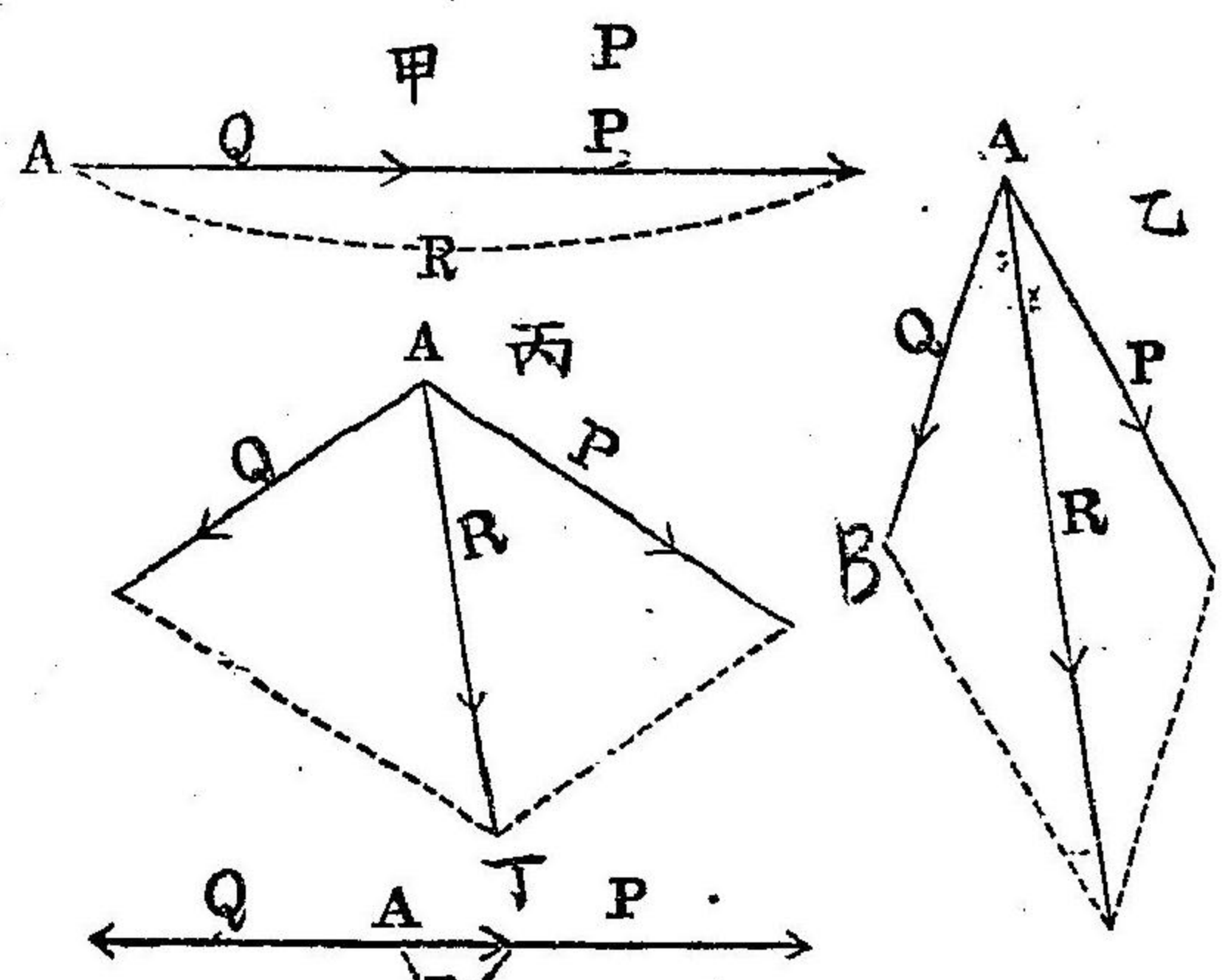
一力ニ由テ生ズル運動ヲ單動ト云ヒ、數力相合シテ起コス所ノ運動ヲ複動ト云フ。第三圖ニ於テAニアル球ノA Cノ方位ニ運動スルハA B、A Dノ方位ニ働ク二力ノ作用ニ基クモノニシテ、即チ複動ナリ。此ノ數力ノ合成作用ノ基ク運動力ヲ合成カト云フ。合成カトハ二個或ハ二個以上ノ力ノ複合シテ生スル運動力ヲ云フナリ、二力互ニ其方向ヲ異ニシテ相作用スルニ方リテヤ、合成力ノ方向ハ必ズ此ノ二力

圖四第



チ二邊トシテ作レル並行方形ノ對角線ノ方位ニアルモノナリ、乃チA D、A Bハ方向ヲ異ニセルニカト、其力ノ強弱ノ割合トテ顯ハスモノトスレバ、A Cハ合成力ノ方向ト其強サヲ示スモノト知ルベシ。

此ノ理ヲ證明スルノ器械ハ第四圖ニ示スガ如シ、A C、D Bヲ平行方形ノ木框トシ、P'ヲAニ掛ケ、P'ヲ糸ニテ垂レ、滑車ヲ越エテBトCトニ附着ス、斯クテP、P'ノ三重平均トスレバ、其重量ハA B、A C、A Dノ三線ニ比例スベク、A DハA B、A Cヲ二邊トシテ造レル平行方形ノ對角線ニ該當シ、其位置ハ鉛直ナルベシ、若シP、P'トノ重量ヲ増スカ、若クハP'ノ重量ヲ減ズレバ、並行方形ノ二邊ニ比シテ對角線ハ短キ理ナルガ故ニ、B A Cノ角度増加シテ、A D線ハ短縮スベシ。但シ此圖ニ於テA、



第五圖 D

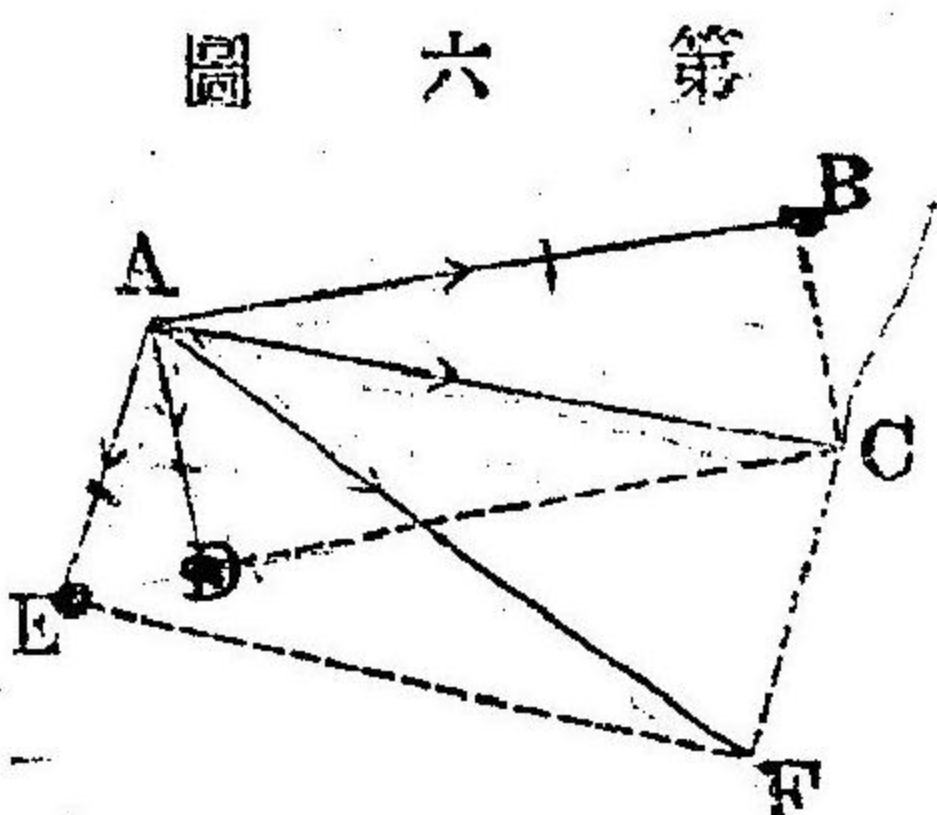
BCノ三點ハ可動關節ヲナシD點ニ於ケルBC、CDノ接合點ハAD線ニ沿フテ

移動シ得ルモノトス。

合成力ノ強弱ハ各分力ノ強弱ニ關スルヤ論ヲ俟タ  
 スト雖、亦大ニ其之レヲ異ニスル各分力ノ方向如何  
 ニ關ス。第五圖ノ甲ニ於ケルガ如ク、P、Q分力ノ方向  
 同一ナルトキハ、其合成力Rハ兩者ノ和(+)ニ等シ  
 ク、此ノ際ニアリテ合成力最大ナリ。而シテ分力ノ方  
 向ヲ異ニスルコト愈甚シケレバ、合成力ノ効果愈減  
 少スベシ。上圖ノ乙ニ於ケルガ如ク、A、B、A、Dノ方向  
 甚シク異ナラザレバ合成力大ナレドモ、丙ニ於ケル  
 ガ如ク方向大ニ相異スル時ハ合成力隨テ減少シ、若  
 シ分力正反對ノ方向ニ働クコト丁ノ如クナレバ合

成力ハ兩者ノ差(-)ニ等シキナリ。

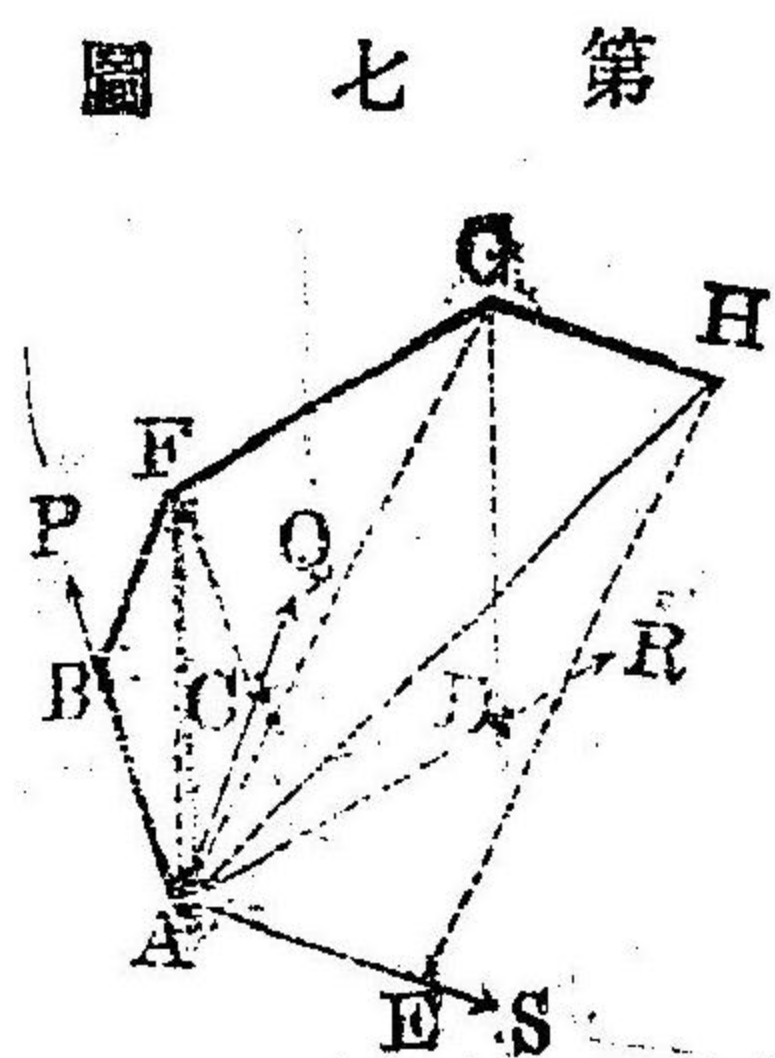
ニ力以上ノ合成力ヲ發見セント欲セハ、並行方形ノ原理ヲ逐フベシ。例ヘバ第六圖



ニ於テ見ルガ如ク、A、B、A、D、A、Eナル三力ノ合成力ヲ求メント  
 欲ス、先ツ其中ノ二力例ヘバA、BトA、Dノ合成力A、Cヲ發見シ  
 次キニ此ノ合成力A、Cト他ノ一力A、Eノ合成力A、Fヲ發見ス  
 ベシ、A、Fハ即チ求ムル所ノ三力ノ合成力ナリ。此ノ理ヲ推シテ  
 衆多ノ力同時ニ働クトキノ合成力ヲ求ムルノ方法ヲ推知スベ

多角形ヲ作りテ合成力ヲ發見スル法

一點ニ働ク數力ノ合成力ヲ發見セント



欲セハ、多角形ノ理ニ依ルヲ簡便トス。例ヘバP、Q、R、Sナ  
 ル四個ノ力アリテA點ニ働クトシ、此四個ノ力ハA、B、A  
 C、A、D、A、Eノ四線ニ比例スト假定スベシ。先ツ第一ニA  
 B、F、Cナル並行方形ヲ造リ、A、Fヲ連結スレハ此ノ線ハ  
 P及ビQノ合成力ナリ。次キニA、F、G、Dナル並行方形ヲ  
 作りテA、Gヲ連結スレバ、此ノ線ハP、Q、Rノ合成力ナリ。

最後ニA、G、H、Eナル並行方形ヲ作りテA、Hヲ連結スレハ、此ノ線ハP、Q、R、Sノ合

成方ナルベシ。斯クシテ衆多ノ力ノ合成力ヲ發見シ得ルコトハ前節ニ述ベタルカ  
 如シ、今此ノ圖ニ就キテ見レバ、A H線ヲ下ノ如キ方法ニテ發見シ得ルコト明ナリ。  
 先ツB點ヲ通シテA C線ト並行シテB F線ヲ畫キ、其長サヲA Cニ等シクシ、次キ  
 ニF點ヲ通シテA Dニ並行ニ且ツ之ト同長ノF G線ヲ畫キ、次キニG點ヲ通シテ  
 A Bニ等シク且ツ並行ナルG Hヲ引キ最後ニHトAトヲ連結スレハ此ノ線ハ求  
 ムル所ノ合成力ヲ顯ハスモノナリ。

三力ノ平均

數力ノ合成力ニシテ零トナル時ハ、此ノ數力ハ平均スベシ。今三力

ノ平均ニ關スル一例ヲ舉ケンニP、Q、Rノ三力O點ニ働

キ、且ツ平均スト假定スベシ、假リニBナル一點ヲ取りO

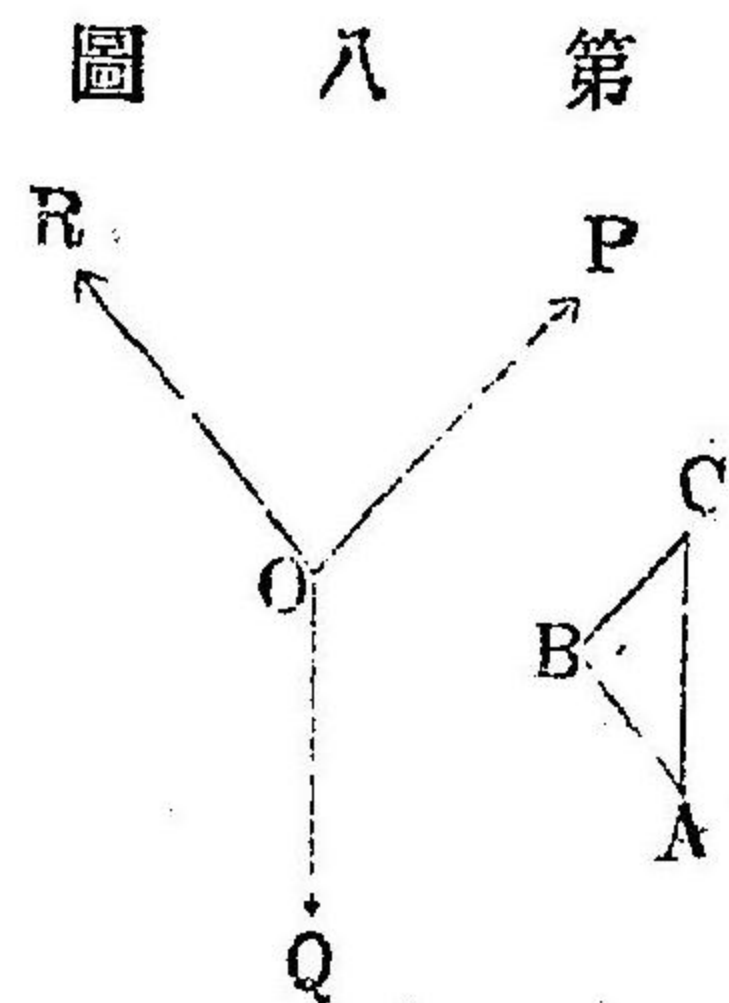
Pト並行シテB Cヲ畫キ、又O點ヨリO Qニ並行シテC

A線ヲ畫キ、此ノ線ノ長サハB CノPニ於ケル割合ニ準

ジテQニ比シテ定メ、次キニB Aヲ連結スレバ、此ノA B

線ハO Rニ並行シ且ツ其長サモRニ對スベシ、是レ力ノ

三角形ナリ、其法則ニ曰ハク、若シ一點ニ働ク三力ヲ三直線ニテ表彰シ、此ノ三直線



圖八

第

三角形ヲ成ストキハ三力正ニ平衡スベシト。

力ノ分解

A Cノ方向ニ働ク一力アリA Bヲ其一分力ナリト假定シ、他ノ一分

力ヲ發見セント欲セバ、A Cヲ對角線トシ、A Bヲ一邊トシテ並行方形ヲ作ルベシ。

即チC點ヨリA Bニ並行シテ之レト同長ノC Dヲ引キ、A Dヲ連結スレバ、此ノA

D線ハ要スル所ノ分力ノ方向ト、其強度ヲ示スモノナリ、何ントナレバA CハA B

A Dノ合成力ナルコト明了ナレバナリ。但シA Cハ幾何ノ力

ノ合成シタルモノナリヤト問ハ、恰モ如何ナル數ハ總計五

十ヲナスヤト問フト同ジク、其ノ答限リナカルベシ。二十ト三

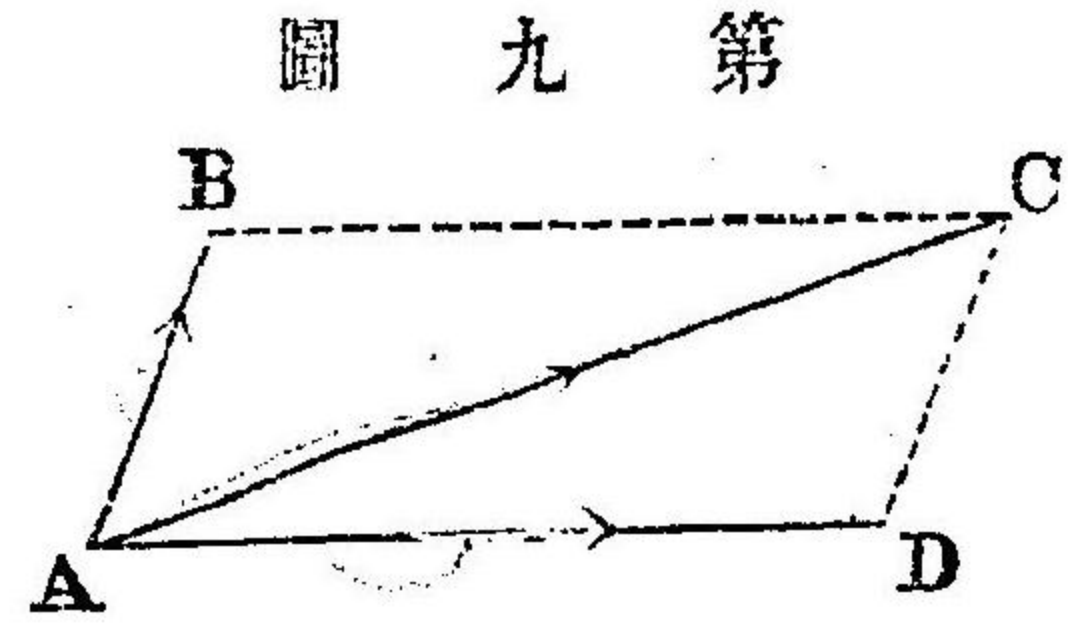
十ノ和モ五十ナリ、四十ト十ノ和モ五十ナリ、二十ト二十ト十

ノ和モ亦五十ナリト云フガ如ク、總計五十ヲナスヘキ數甚多

カルベシ。然レドモ幾何數ヲ三十二ニ加フレバ五十ヲナスヤト

云フトキハ、其答單一アルノミ、サレバA Cノ一分力ヲA B

ナリトシ、他ノ一分力ヲ發見セントスルニ、單一ノA Dナルコ



圖九第

ト容易ニ知ラルベシ。



力ノ能率

第十圖ニ於ケルカ如クPナル一力ノB點ニ働クアリ又Aナル一

點ヨリBP線ノ上ニ垂線ANヲ下スベシ此ノ垂線ANノ長サニP力ヲ乗シタル

モハチA點ニ對スルP力ノ能率ト云フ而シテP力ハ直線ヲ以テ表彰シ得ルモノ

ナルヲ以テPノ能率ハ面積ニテ示スコトヲ得ヘシ即チ若

シBCヲP力ノ大サトスレバ其能率ハABC三角形ノ二

倍ナルベシ但シAN垂線ヲ時トシテ壓力ノ臂ト云フ若シ

時計ヲ圖ノ傍ニ置キ其表面ヲ上方ニ向ケルト假定スルニ

P力ハAN臂ヲ時計ノ運動スル方向ニ反對シA點ニ就テ

回轉セント欲スベシ斯ノ如キ場合ニ於テPノA點ニ對ス

ル能率ハ積極的ナリト定ム之ト反シテP力若シC點ヨリ

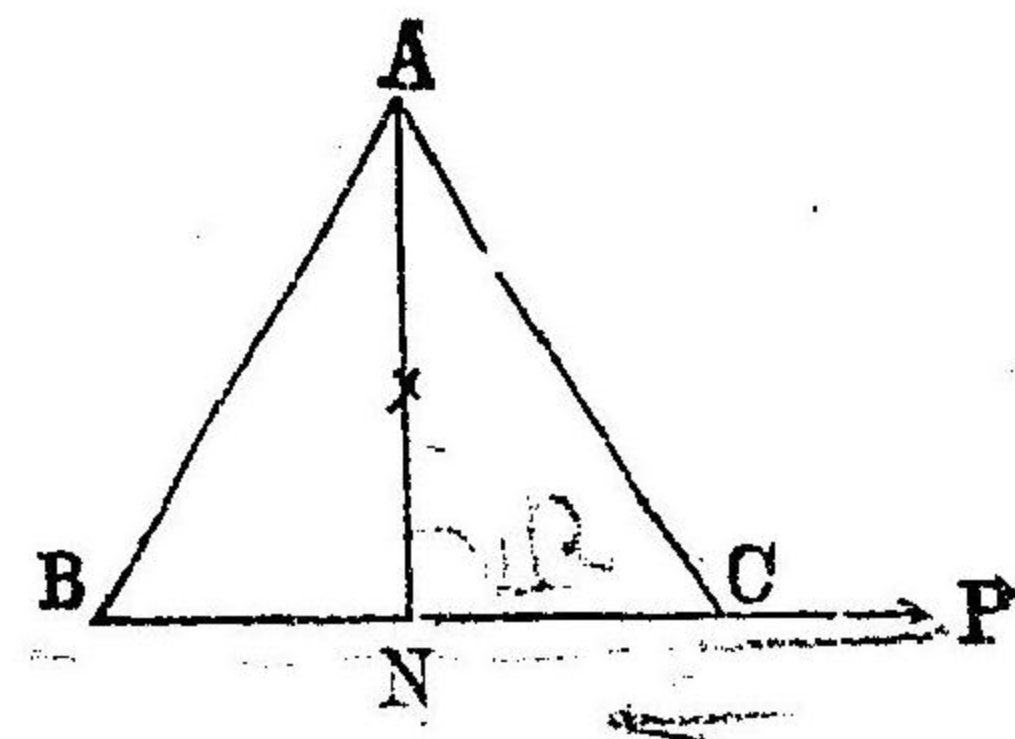
B點ノ方ニ向テ働クトスレバANハ時計ト同一ノ方向ニ回轉セント欲スベク斯

カル時ニハ其能率ハ消極的ナリト定ム左ニ能率ノ定義アリ

一、物體ニ働ク力ハ一定點ニ對スル能率トハ其ノ定點ニ就キテ該物體ヲ回轉セン

ト欲スル傾向ノ度合ヲ云フ

第十圖



並行力ノ合成

ABナル一箇ノ挺條アリC點ニテ支ヘラレ其兩端AトB

トニ於テWトPノ二力ノ並行ニ働クモノアリト假定スレバBCニPヲ乗シタル

モノハP力ノ能率ニシテACニWヲ乗シタルモノ

ハW力ノ能率ナリ而シテP力ハBC臂ヲ時計ノ運

動ト同一ノ方向ニ回轉セントシW力ハ該運動ト反

對ノ方向ニ回轉セントス故ニWノ能率ハ積極的ニ

シテPノ能率ハ消極的ナリAB條ノ平定シテW、P

ノ二力平均ヲ得ルハ兩者ノ能率等シキトキニアリ

即チPノ能率ニ(一)符ヲ附シWノ能率ニ(十)符ヲ附シ

二者ノ和零トナレバAB條平均シテ動カザルモノ

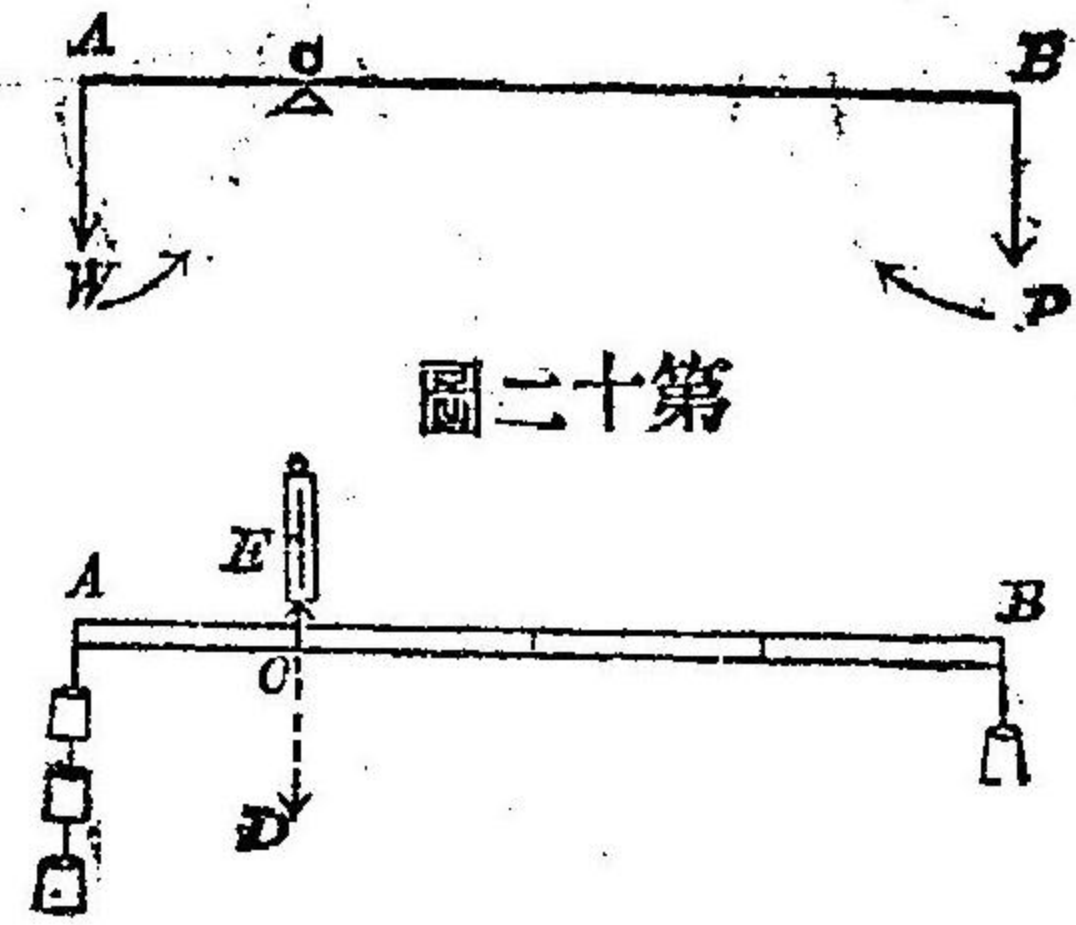
ナリ若シ兩者ノ能率等シカテザルモノトスレバ其大ナル方ニ傾降スベシ此理ヲ

證スルタメ假リニACノ長サヲ一トシBCノ長サハ之ニ三倍ストシBニ一斤ノ

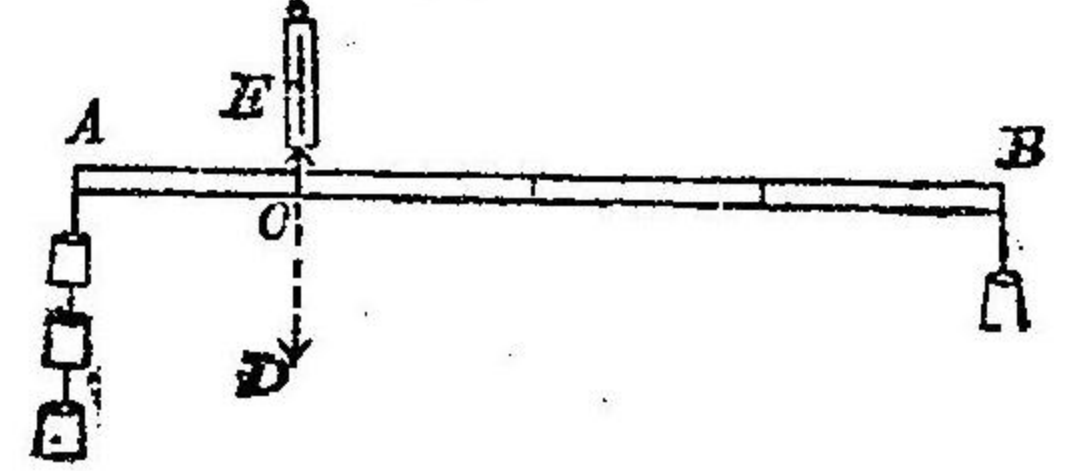
重錘ヲ下ケAニ三斤ノモノヲ垂レCニ彈條衡Eヲ附ケテ之ヲ下クレバ槓杆ハ平

均スベク彈條衡ニ四斤ノ重量ヲ感ズベシ

第十圖



第二十圖



第三章 原動及反動

運動量

同一ノ高處ヨリ大小ノ石ヲ地上ニ落スニ其下リテ地ヲ打撃スル力ハ大ナルモノニ於テ強大ナリ。又運動スル所ノ大小ノ車ヲ止メントスルニ其大ナルモノハ小ナルモノニ比スレハ之ヲ止ムルコト容易ナラズ、即チ若シ同一ノ速度ヲ以テ進行スル二個ノ物體アリトセンニ其實質ノ大ナルモノハ運動力從テ強カルベシ、又吾人ハ急速ニ進行スルモノハ徐々ニ進行スルモノニ比スレハ其運動力強大ナルヲ知ル、故ニ物體ノ運動力即チ運動量ハ其質量ト速度トニ關スルモノナリ。大ナル實質ノ物體ニ在リテハ假令徐々ニ運動スルモ其運動量大ナリ、而シテ若シ其速度ニ倍スルトキハ運動量モ亦ニ倍スベシ、又小ナル實質ヲ有スルモノト雖大ナル速度ニテ進ムトキハ其運動量大ナリ、而シテ實質增加スレハ運動量ハ之ニ比例シテ増加スルモノナリ。

物體ニ一力ヲ作用セシメテ一秒時ニ若干ノ速度ヲ生セシムルコトヲ得タリトナシ、更ニ二倍ノ力ヲ加フレハ、同時間中ニ二倍ノ速度ヲ生シ三倍ノ力ヲ加フルトキハ三倍ノ速度ヲ發スベシ。是ヲ以テ一力ノ強サヲ知ラント欲セバ、一秒時間一物ニ

作用セシメ、其發スル所ノ速度ヲ看テ算スベシ、例ヘハ一きろぐらむノ物體ニ一秒時間作用シテ一めいどるノ速度ヲ生スベキ力ヲ一位トスレハ、同物ニ同時間作用シテ二めいどるノ速度ヲ發スベキモノハ二倍ノ力ナリトスルガ如シ、故ニ質量ト速度トヲ計リテ力ノ大小強弱ヲ判定スベシ。而シテ運動量トハ質量ト速度トヲ乘シタル者ナルガ故ニ、一きろぐらむノ實質ヲ有スルモノニ、一秒時間一めいどるノ速度ヲ與フル力ノ量即チ運動量ヲ一トスレバ、三きろぐらむノ實質アル者ヲ一秒間ニ六めいどるノ速度ヲ發セシムル力ハ六ニ三ヲ乘シタルモノ即チ十八ニ其運動量モ亦十八ナリ、故ニ運動量ヲ知ラントセハ實質ノ量ニ速度ヲ乘スベシ。

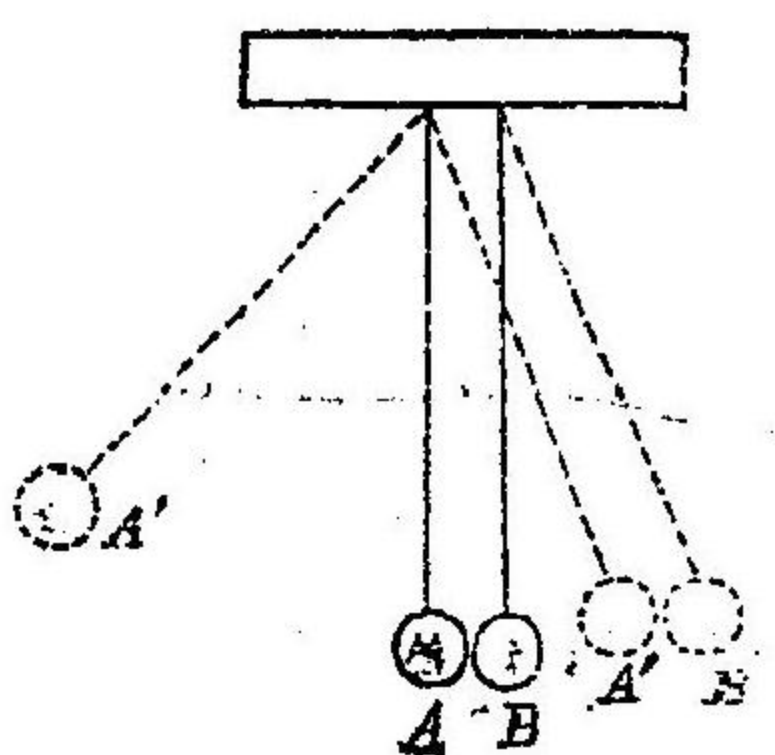
**反動** 大砲ヨリ彈丸ヲ發射スルニ、其彈丸ハ急劇ナル速度ヲ以テ進行スルモ、大砲ニ於テハ更ニ運動アルヲ見ズ、然レドモ若シ摩擦ナキ車ノ上ニ大砲ヲ搭載シテ發射シタランニハ、彈丸ノ前方ニ進ムト同時ニ大砲ハ之ト正反對ノ方位ニ運動スヘシ、今若シ精密ニ二者反對ノ運動ヲ驗スルニ、彈丸ノ運動量ト大砲ノ運動量ト同一ナルヲ認メン。更ニ之レヲ云ヘバ、彈丸ノ質量ニ其速度ヲ乘シタルモノト、大砲ノ質量ニ亦其速度ヲ乘シタルモノト均等ナルヘキカ故ニ、一方ニ彈丸ヲ動カス力ト

他方ニ大砲ヲ動カス力ト同一ナルヲ徴ス、更ニ此理ヲ確ムルノ實例ヲ舉ケンニ、甲乙二人ノ人、各小舟ニ乘リ、繩ノ兩端ヲ持シテ相引カントスルアリ、若シ甲ト其舟ノ重量ハ合セテ一噸アリ乙ト其舟ノ重量ハ二噸アリトスレハ、兩舟ノ反對ノ方位ニ相接近スル運動ノ割合ヲ見ルニ輕キモノノ速度ハ重キモノニ二倍スヘシ是レ兩者ノ運動量ハ同一ナル所以ナリ。若シ右ノ兩舟ヲ觸接シテ後甲乙方ヲ極メテ相互ニ彼此ノ二舟ヲ押シ遣レハ、兩舟反對ノ方位ニ運動スヘク、甲舟ノ速度ハ乙舟ノ速度ニ二倍シ、兩者ノ運動量ハ同一ナルベシ。

是ニ由テ之ヲ觀ルニ、凡テ一物ノ運動アレハ之ニ伴隨シテ反對ノ運動アルモノナルコトヲ認ム、而シテ此ノ二種ノ運動ハ原動、反動ノ二字ヲ以テ區別ス。但シ既ニ速ヘタルカ如ク原動ト反動トノ運動量ハ相均シキヲ以テ、下ノ定則ヲ得、曰ハク凡ソ、原動アレハ必ス其反對ノ方向ニ同量ノ反動アルモノナリト。此定則ヲ第三運動則ト云ヒ、第一章及ビ第二章ニ述ベタル二種ノ運動則ト合セテ力學上ニにうとんノ三運動則トシテ知ラル。

**衝突** 粘土ヲ以テ重量相同シキ二個ノ球ヲ製シ、之ヲ同長ノ糸ニテ吊繩スルコ

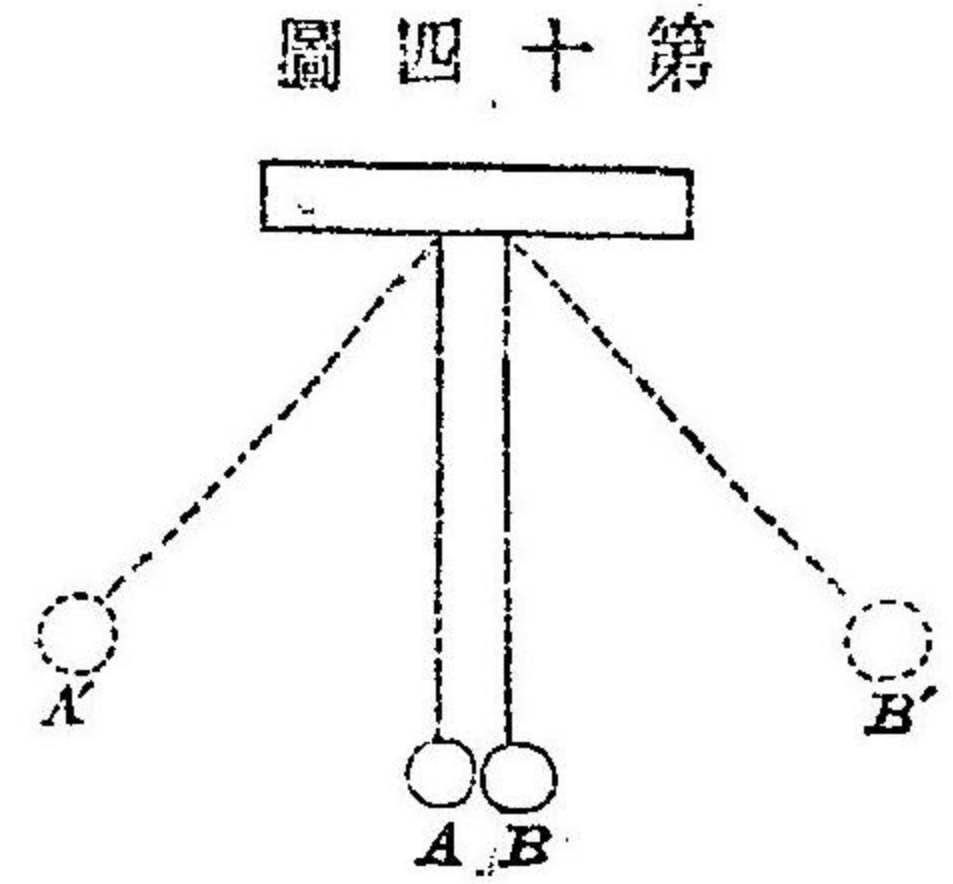
第三十圖



ト第十三圖ニ於テ見ルカ如クスヘシ。今若シA球ヲ上ケテA'ノ位置ニ致シ、之ヲ放チテB球ニ衝突セシムルニ、兩球俱ニ同一ノ方向ニ進ムベク、其速度ハA球ノ速度ノ二分ノ一ナルヘシ。例ヘハAノ速度ハ六ナリトスレハ、衝突ノ後ニ於テA、Bノ速度ハ三トナルベシ、是レAハ其動力ノ半ヲBニ與ヘ、俱ニ最初ノ速度ノ二分ノ一ノ速度ヲ以テA'、B'ノ位置ニ昇リタルナリ、故ニ兩者

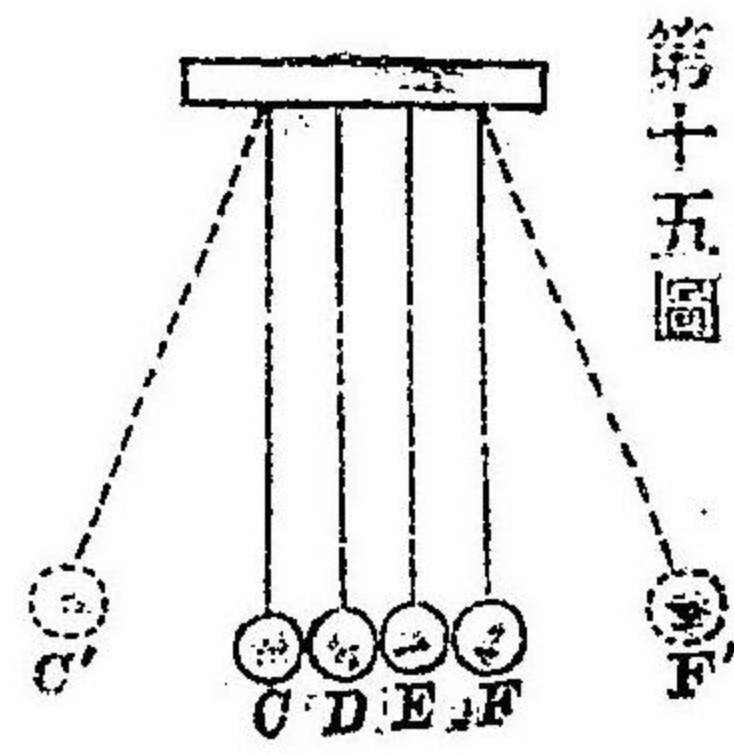
ノ運動量ハ同一ナリ。

第十三圖ノ粘土製ノ球ニ代フルニ同重量ノ象牙球(第十四圖)ヲ以テセンニ、衝突ノ後大ニ相違アルヲ認ムヘシ。即チ若シA球ヲA'ニ揚ケテB球ニ衝突セシムレバ、A球ハ始メノ位置ニ至リテ止マリ、獨リB球ノミB'ノ位置ニ上ルベシ、而シテ其高サハ始メノA'ノ高サニ均シカルベシ、是レAハ其ノ動力ヲ全クBニ與ヘテ靜定シタルニテ、Aノ原動トBノ反動ト同一ノ運動量ヲ有スルコトヲ徴スルニ足ル。又C、D、E、Fナル四個ノ同一重量ノ象牙球(第十五圖)ヲ吊ルシ、C、Dニ引キ上ケテ之ヲ放



第四十圖

ツニ其Dニ衝突スルヤC D Eノ三球靜定シテF球ノミFノ位置ニ上ルベシ是レCハ其動力即チ運動量ヲ全クDニ傳ヘテ止マリDハ次キニ之ヲEニ傳ヘテ止マリEハ亦Fニ傳ヘテ止マル而シテFハ其運動ヲ傳フルモノナキヲ以テ始メCノ衝突シタル原動力ニ對スル反動ニテ上ル故ニCトFトノ高サハ同一ニシテCノ原動トFノ反動ト其運動量相同シキコトヲ知ラシム。

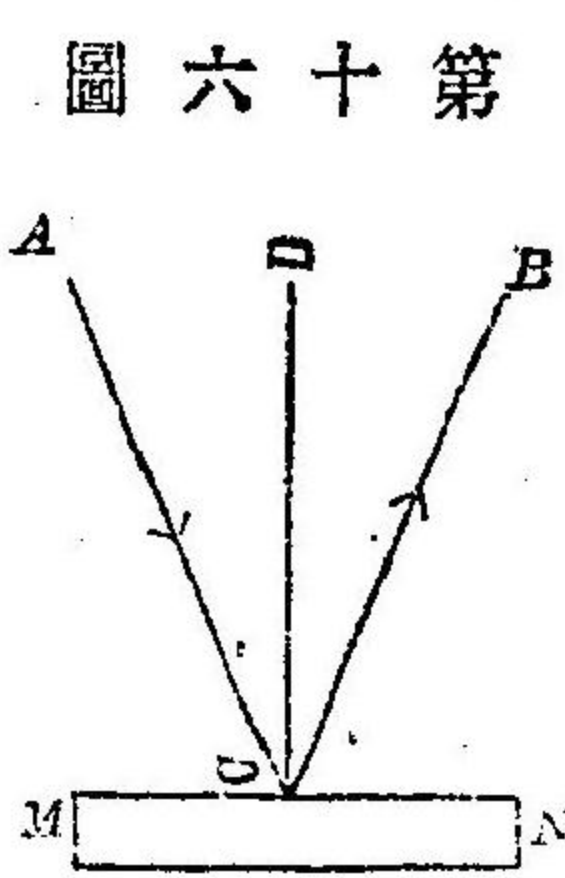


第十五圖

第十四圖ニ於テB球ヲ手ニテ固ク保持シ之ヲシテ動クコト能ハサラシメ次ギニAヲA'ニ引キ上ケテBニ衝突セシムルニ一度下リテBニ衝突スルモBハ此ノ力ヲ受クテ運動スルコト能ハサルカ故ニ更ニ反動力ヲAニ復シAハ再ビ反對ノ方向ニ動キテ前位置ニ返ルベシ乃チ知ル彈性體ハ動クコト能ハサル他ハ彈性體ニ衝突スルトキハ始メ衝突シ來レルトキ有セル丈ケハ速度ヲ以テ反對ノ方向ニ返ルモノナルコトヲ。

反射動ノ規則

M Nナル大理石盤ヲ平カニ置キD點ヨリ象牙球ヲ落トシD



第六十圖

線ヲ沿フテM Nノ面ニ鉛直ニ衝突セシムルニ大理石ハ動クコト能ハサルガ故ニ球ハ同一ノ方向ニ反動スルモノナリ即チC D線ヲ沿フテ再ビD點ニ返ルベシ之ニ反シテ若シA C線ヲ沿フテ斜メニ大理石板面ニ衝突セシムレバ其反動スルヤC B線ヲ沿フテ走ルモノナリ而シテ如何ナル方向ニ傾斜シテ衝突スルモ原動線ノ垂線D Cト交ハル所ノ角度A C Dハ必ず反動線ノC Bト造ル所ノ交角B C Dニ均シキ者ナリ但シA C D角ヲ入射角ト云ヒB C D角ヲ反射角ト云フ故ニ反射動ノ定則ヲ定ムレバ曰ハク彈性體ノ他ノ動カザル彈性體ニ斜向シテ衝突スレバ入射角ト同一ノ反射角ヲナシテ反動スルモノナリト。

第四章 引力及ヒ重力

引カトハ何ゾ

地球上ノ萬體ハ皆地球ニ向テ墜落セザルコトナシ是レ地球

ト萬體トノ間ニ相索引スルノ力存在スル故ナルコトハにうとんノ始メテ講明セシ所ニシテ有名ナル引力説即チ是ナリ總テ地上ノ物質皆悉ク重量ヲ有スルハ地

球引カノ作用ニ由ル故ニ物ノ墜落セントスルカチ重カト云フ。引カ説ニ依ルニ、物チ牽引スルノカハ地球獨リ之チ有スルニ非ズ、距離ノ遠近ヲ論ゼズ、物ノ大小チ問ハズ、宇宙間ニ存在スル各物體ハ皆相互ニ牽引セントスルノカチ有スルモノニテ、引カハ作用ハ普ク日月星辰ノ間ニ行ハルハ、モノトス。但シ物體チ構成スル所ノ原基ハ分子ニシテ物體ト物體トノ間ニ引カ存スル所以ハ、一物體ノ各分子ガ他物體ノ各分子チ引クガ故ナリ。サレバ引カ説チ他語ニテ解釋スレバ、一物體チ構成スル所ハ分子ハ萬有ニ存在スル他物體ノ各分子チ引カント欲スルカチ有スト云フコトヲ得ベシ。

茲ニ引カト他ノ牽引カ即凝集力等トノ異ナル所チ一言スベシ。凝集力ハ分子甚シク接近セザレバ行ハレザルモノニテ化學親和力ノ如キハ異質物相觸ル、ノ際ニノミ行ハル、カナリ故ニ兩者トモニ距離ノ遠近ヲ論セス、物ノ大小ト性質ノ如何トチ問ハズ、万物ノ間ニ普通シテ其作用チ爲スノ引カト同一ソモノニ非ザルコト知ルベキノミ。

質量ト引カトノ關係 既ニ論セルカ如ク、引カトハ二物體ノ相互ニ引カン

トスルカナレバ、ソノ強弱ハ物體實質ノ多少ニ準スベシ。換言スレバ二物體ノ相互ニ相牽引セントスルカハ、兩者チ構成スル所ノ分子ノ引カノ總量ニシテ、其強弱ハ分子ノ總數ト各分子ノ質量トニ關スルコト勿論ナリ。即一個ノ石ト地球トノ間ニ存在スル引カハ、石ノ各分子ト地球ノ各分子トノ間ニ存在スル引カノ總計ナリ。故ニ石ノ重量ハソノ質量即チ分子實質ノ總量ニ準スルコト明カナリ。今此理チ一層明ニスルタメ一例チ舉グベシ、一個ノ石ノ地上ニ墜落スルモノアリ、此ノ場合ニ於テ地球ノ石チ牽引スルコト勿論ナルガ、獨リ地球ノミナラズ、石モ亦同量ノカチ以テ地球チ牽引スルモノナリ。假リニ石モ地球モ同質量ノ分子ヨリ成立ストセハ、石ノ各分子ガ地球ノ各分子チ牽引スルノカハ、地球ノ各分子ガ石ノ各分子チ牽引スルカト同一ナルベク、若シ石ハ此ノ如キ分子五個ヨリ成リ、地球ハ百個ヨリ成立ストシ、石ノ一分子ト地球ノ各分子ト相互ニ牽引スルノカチ $N$ トスレハ、石ノ各一分子ガ地球ノ總分子百個チ引クノカハ $5N$ ナルベシ、而シテ石ノ全體ハ五個ノ分子ヨリ成立スルチ以テ、其地球ニ對スル引カノ總量ハ $5 \times 5N$ ナルベシ。是ト同ジク、地球ノ各一分子ガ石ノ全分子チ引クノカハ $5N$ ニシテ、總分子百個ノ引カハ同ジク $5$

百 $N$ ナルベシ。但シ質量ヲ異ニスル二個ノ分子間ノ牽引力ヲ、此理ニ照ラシテ推定スヘシ。例ハ甲ノ一分子ノ質量ハ、乙ノ一分子ノ質量ニ二倍ストセバ、乙ノ一分子ハ甲ト同質量ノ分子二個ヨリ成リタルモノト思考スベク、若シ又乙一分子ノ質量一倍半ナリトスレハ、二個半ノ甲分子ヲ以テ生成セラレタルモノト考フルノ類ナリ、此ノ推測法ハ萬物相互ノ引力ヲ推算セシムル基礎トナルベシ。サレバ質量ノ多少ニ係ラズ、二物體ノ相引クヤ、甲ノ乙ヲ引クノカト、乙ノ甲ヲ引クノカト、必ズ同一ナルコトヲ知ルベシ。

地球ガ石ヲ牽引スルト同量ノ力ヲ以テ石モ亦地球ヲ牽引スルモノトセバ、石ノ降下スルニ際シ、地球ニモ亦幾分カ此ノ石ニ接近スルノ運動ナカルベカラズ、何ントナレハ、動ノ第三則ニ、原動アレハ必ズ之ニ相應スル同量ノ反動アルベシトスレバナリ。恰モ大船ト小船トノ間ニ張レル繩ヲ引キテ、兩者ヲ接近セシメントスルニ、小船ノ動クコト著ク、大船ノ動クコト至テ少ナキハ、兩者質量ノ差異ニ準ズルガ如シ。石ト地球ノ例ニ於テ、兩者ノ運動スル割合ハ其實質ノ量ニ反比例スルモノニテ、地球若シ石ニ千萬倍スルノ實質ヲ有スルモノトスレバ、地球ノ接近スル距離ハ石ノ

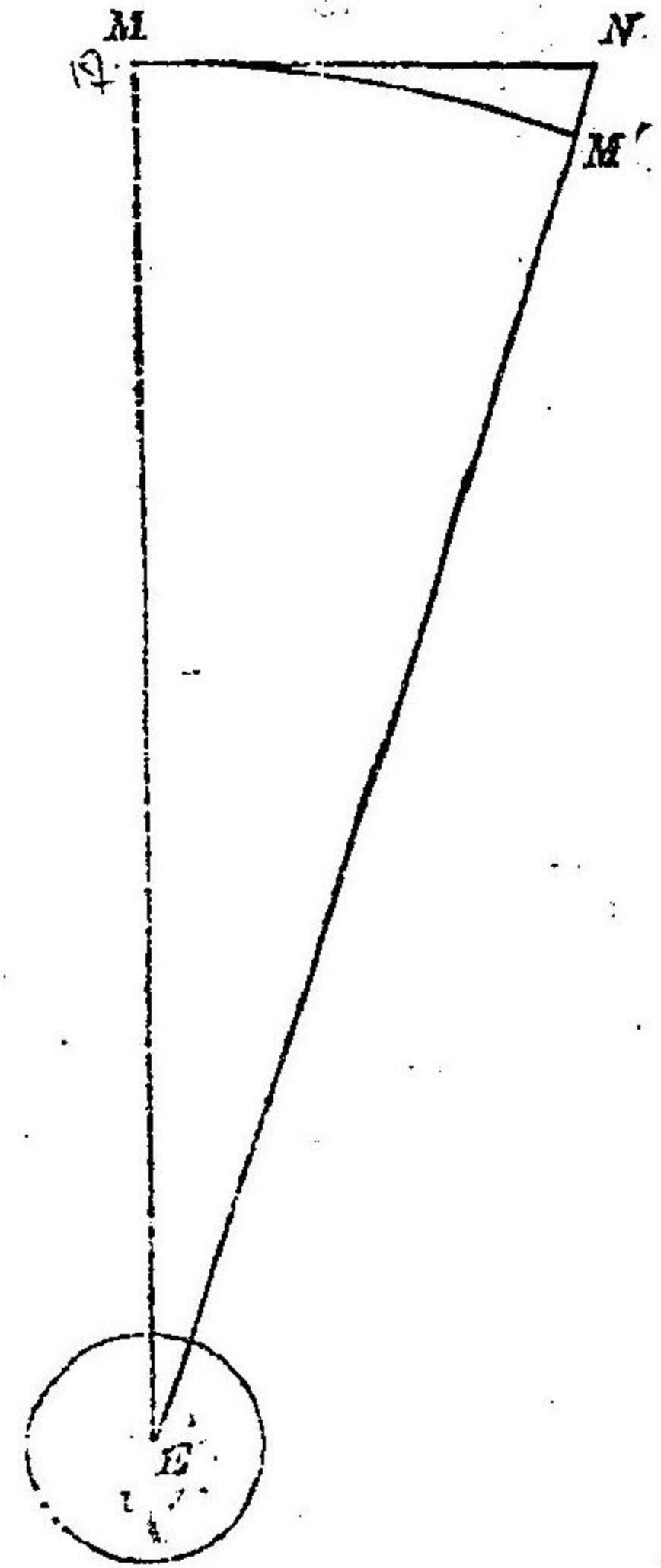
運動スル距離ノ千萬分ノ一ニシテ、兩者ノ運動量ハ同一ナルモノナリ。



引力ハ距離ノ自乗ニ反比例シテ變ズ 吾人若シ一個ノ石ヲ取りテ高

ク之レテ空際ニ致シ、其地心ニ對スルノ距離ヲ著シク増セハ、地球ノ石ニ及ボス引力ノ強サハ大ニ減少セザルベカラズ。若シ然ラズシテ引力ハ距離ニ隨ヒテ變化セズトセバ、吾人ハ地球ヲ去リテ太陽ニ落チ行カザルヲ得ズ、何ントナレバ太陽ハ地球ニ比スレバ其體甚大ニシテ、引力亦極メテ強烈ナルコト、地球引力ノ比ニアラザルベケレバナリ。然ルニ事ノ茲ニ出デザルハ、引力ハ距離ノ遠近ニ隨テ強サヲ増減スルモノナルヤ、疑ヒナシ、此ノ變化ノ法則ハ、いづれノ發見セル所ニシテ之ヲ概言スレバ、引力ハ距離ノ自乗ト相反比スト云フ是レナリ。故ニ物體ノ距離二倍スレバ、引力減シテ四分ノ一トナリ、距離三倍スレバ、引力減シテ九分ノ一トナル。今左ニ、いづれノ引カノ法則ヲ確定セル證據法ヲ講スベシ。其法ハ月ノ運動ヲ觀察スルニアリ。即チ第十七圖ニ於テ見ルガ如ク、 $E$ ヲ地心トシ、 $M$ ヲ月トナシ、 $M$ ハソノ $M$ ニアル後一秒時ヲ經テ月ノ達スベキ位地トスベシ。月ノ $M$ ニアルヤ、 $MN$ ノ方向ヲ指シテ一直線ニ進行セント欲スルモ、地球ノ引力ニ影響セラレ、ナリテ、動ノ

第七十圖



第二法則ニヨリ、一秒時ノ終リニハM'ニ至ル、故ニNM'線ハ一秒時間ニ月ノ地球ニ向テ墮落スルノ距離ヲ示ス。而シテ地球ノ表面ニアリテ物ノ墮落スル割合ハ、一秒時ニ於テ働ク地球引力ノ

四九めトスルナルヲ以テ月ニ働ク地球引力ノ強サト地面ニ於テ働ク地球引力ノ強サトノ比ハ、NM'ト四九めトスルトノ比ニ同ジカルベシ。

今假リニ月ノ軌道ヲ正圓ト見做セバ、MM'ハ其ノ圓周ノ一部ニシテ、Eハ圓心ナリ

又MN線ハM點ニ於テ圓ニ觸ル、所ノ接線ナリ。然ルニ圓ノ接線ハ其接點ト中心トヲ連結シタル半徑ニ直角ヲナスモノナルヲ以テ、NMEハ直角三角形ナリ、故ニ幾何學上ノ定理ニヨリ、左ノ式ヲ得、

$$MN^2 = NE^2 - ME^2$$

此ノ式ヲ分解スレバ左ノ如シ、

$$MN^2 = (NE + ME)(NE - ME)$$

然ルニNE + ME = NM' + MEニシテ、NE - ME = NM'ナリ而シテMEトM'Eトハ共ニ月ノ軌道ノ半徑ニシテ、NM'ハ甚ダ小ナルヲ以テ、之ヲ捨ツレバNM' + ME + MEハ殆ト2ME即チ軌道ノ直徑トナル、故ニ

$$MN^2 = 2ME \times NM'$$

ヲ得。然ルニMM'弧ハ至テ小弧ニシテMN線ト大差ナキヲ以テMNニMM'ヲ代用スレバ左ノ如シ。

$$\frac{MN^2}{2} = 2ME \times NM' = \text{地球ノ半径} \times NM'$$

故ニ

$$NM' = \frac{MN^2}{2ME}$$

然ルニ月ノ軌道ノ直徑ハ四十八萬英里ニシテ、其地心ヲ去ルコト大約廿四萬英里、其軌道ノ周圍ハ、百五十萬八千英里ナリ。又地面ノ地心ヲ去ルノ距離ハ四千英里ナルヲ以テ、月ノ地心ヲ去ル距離ハ之ニ六十倍ス。而シテ月ハ二十七日七時十四分ニシテ其軌道ヲ一周スルガ故ニ、一秒間ニ進行スル距離MM'ハ  $\frac{1,508,000}{2,360,580}$  即チ〇.六三

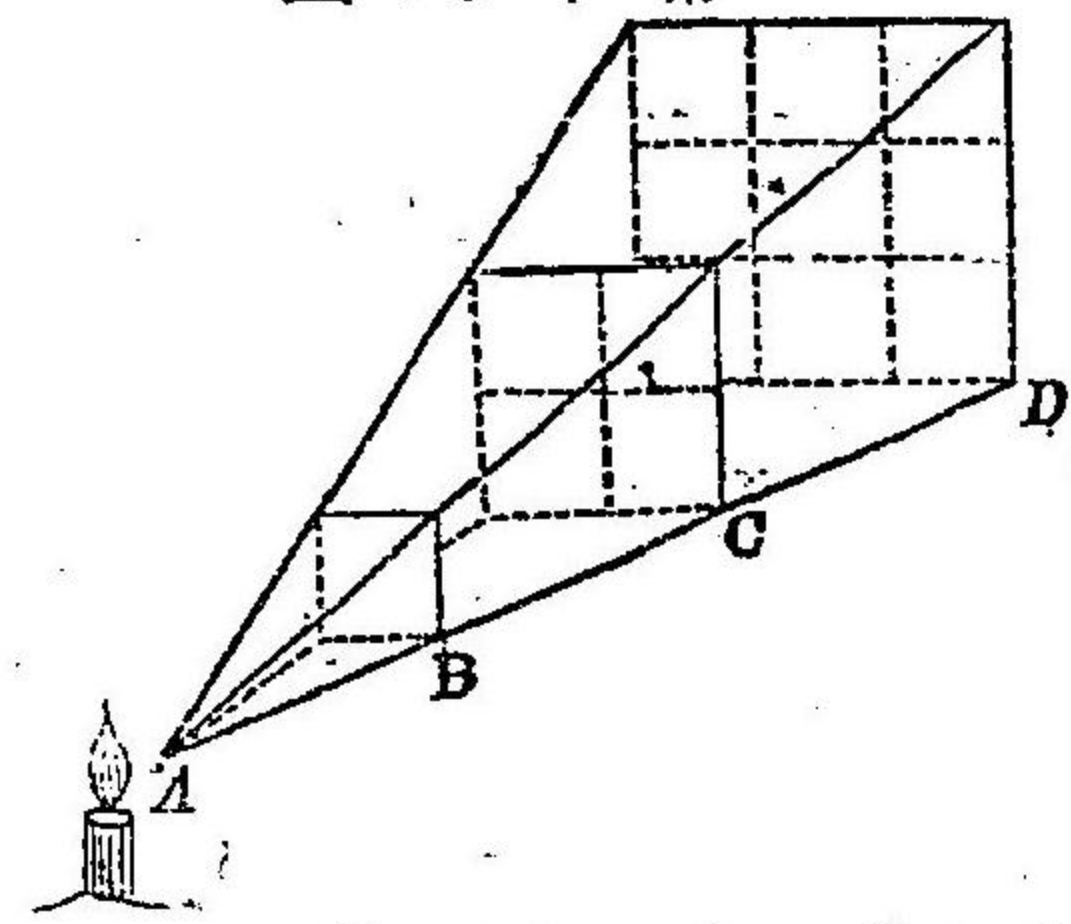
九英里ナリトス。是ヲ以テ

$$NM' = \frac{(0.639)^2}{480,000} \text{ 里} = .00137 \text{ めーとる}$$

M'ノ價ハ〇〇〇一三七めーとるナリトセバ、月ニ於ケル地球引力ノ強サト、地面ニ於ケル地球引力ノ強サトノ比ハ、〇〇〇一三七めーとるノ四九めーとるノ比、即チ三千六百分ノ一ト一トノ比ノ如シ。更ニ之ヲ云ヘバ、月ニ影響スル地球引力ノ強サハ地球ノ表面ニ行ハル、強サノ三千六百分ノ一ナリ、而シテ月ノ地心ヲ去ルコト地面ノ地心ヲ去ルノ距離ニ六十倍スルヲ以テ、月面ニ行ハル、地球ノ引力ハ地面ニ行ハル、引力ノ  $\frac{1}{60^2}$  ニシテ、距離ノ自乗ニ反比例ストノ理ヲ確定スルモノナリ。

以上述ブル所ニ從テ、引力ノ大法ヲ定ム、曰ハク、凡ソ宇宙間ニ存在スル物體ノ兩個相牽引スルノ力ハ、兩個相乘ノ質量ニ準ジ、又兩個相去ル距離ノ自乗ニ反比例スルモノナリト。コレヨリ更ニ一步ヲ進メ、重力ハ地心ニ對スル距離ノ自乗ニ反比例シテ減少スル所以ノ解説ヲナサントス。

第十八圖



ハ地心ヨリ來ルモノト思考シテ可ナリ。第十八圖ニ於テ、Aヲ引力ノ中心トナシ、此ノ中心ヨリ射出スル線ヲ以テ引力ヲ顯ハスモノトスレバ、B點ニアル一正方形ノ受クル引力ト、C點ニアル正方形ノ受クル引力ト同量ナリ。而シテ若シCノAニ對スル距離ハBノAニ對スル距離ニ二倍ストセバ、CノAニ對スル積ハBニ四倍スベキガ故ニ、Bト同積ナルCノ一部ハBニ比スレハ僅ニ四分ノ一ノ引力ヲ受クルノミ

ナルコト明カナリ。同理ニヨリ、其距離三倍シテD點ニ至レバ、Bト同積ナル正方形ニ働ク引力ハ始メノ九分ノ一トナル。地球表面ヨリ中心迄ハ大約四千英里ナリ、故ニ地球ヲ離ル、コト四千英里ノ所ニ至レバ、百斤ノ重量アルモノハ減ジテ四分ノ一即チ二十五斤トナリ、八千英里ノ所ニ至レバ、九分ノ一即チ十一斤餘トナルベシ。又地球ハ正眞ノ球體ニアラズシテ、兩極ノ直徑ハ赤道ノ直徑ヨリ短キコト大約二十六

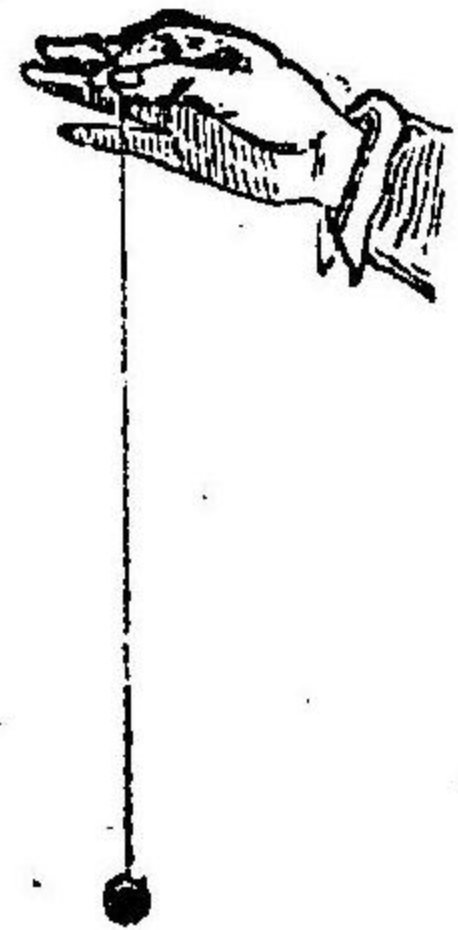


英里ナリ、故ニ南北ノ赤道地方ヨリ地心ニ近キコト十三英里ナリトス。斯クテ兩極ヨリ赤道ニ接近スルニ隨テ物ノ重量漸々減ズルノ理ヲ解シ得ベシ。之ト反シテ物體地中ニ入ルヤ、其ノ周圍ノ分子ハ反對ノ方向ニ引カント欲スベキヲ以テ、重量ニ幾分ノ減少アルベク、地中ニ入ルコト愈深ケレハ此ノ減少愈甚シク、遂ニ地心ニ至ルトキハ四圍八面ノ引力相平均シテ物ノ重量全ク無ニ歸スベシ。

重力ノ方向

地上ノ物體ハ地球ヲ構成スル實質ノ各分子ノ爲ニ引カル、モナルコトハ既ニ之ヲ述ベタリ、而シテ球體ノ各分子其體外ノ物體ニ引力ヲ及ボスヤ、其ノ合成引力ハ恰モ中心ヨリ出ヅルガ如キ方向ヲ有スルモノナリ、換言スレバ恰モ引力ノ原因ハ中心ニアルガ如キ作用ヲナスモノナルコトヲモ亦之ヲ説ケリ。故ニ今若シ一個ノ錘ヲ糸ニテ懸吊センニ、此ノ錘ハ地球ノ中心ニ向テ降下セントスルノ傾向ヲ有スベキガ故ニ、糸ノ方向ハ地心ヲ指示スベシ。斯カル場合ニ於テ、吾人ハ糸ノ方向ハ鉛直ナリト稱ス。サレバ鉛直線トハ地球ノ半徑ト同一ノ方向ヲ有スル線ヲ云フナリ、又鉛直線ト直角ヲナス方向ヲ水平若クハ地平ト云フ。例ハハ第二十圖ニ於ケルガ如ク一個ノ盃ニ水ヲ盛り糸ニ重錘ヲ懸ケテ此ノ錘ヲ盃ノ水

第十九圖

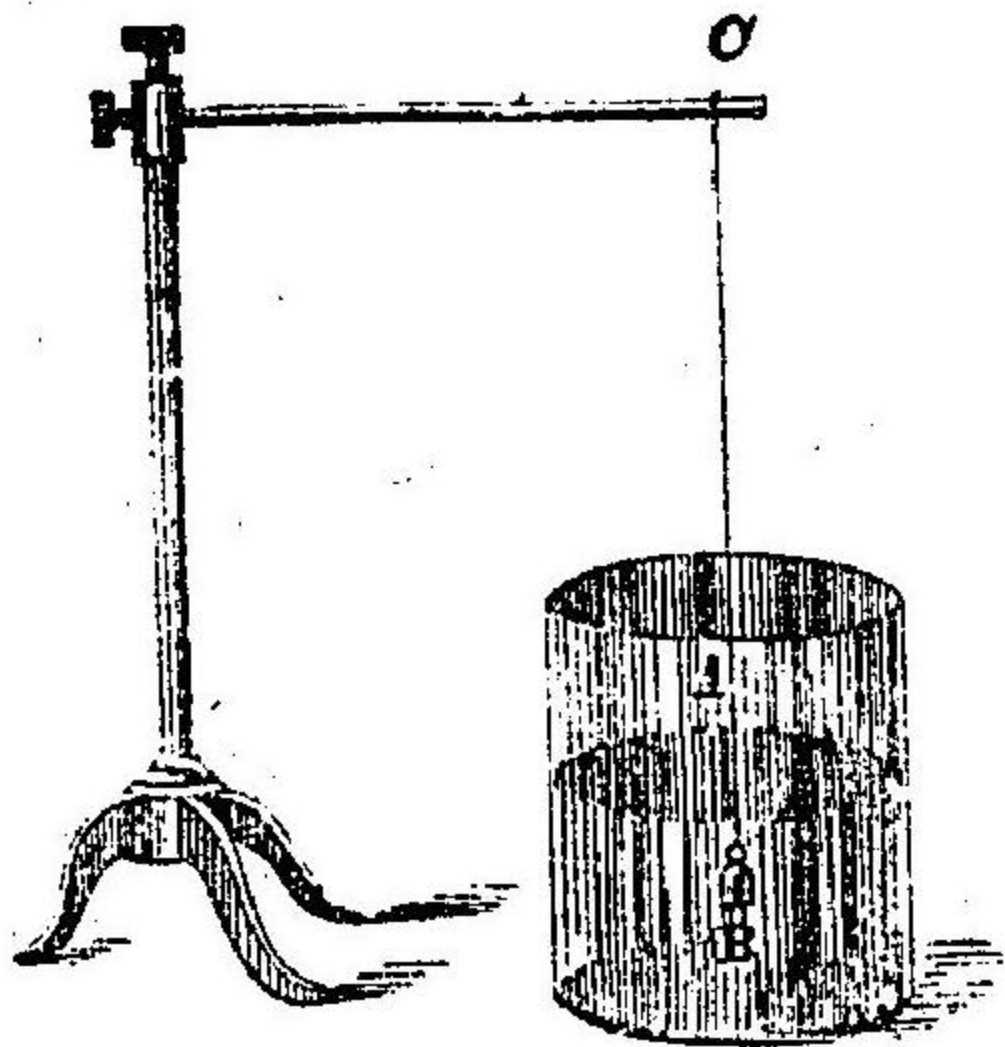


中ニ投入センニ、水面ハ垂線ト直角ヲナスベキガ故ニ、是レ水平面ナリ而シテ水平面内ニ引カレ得ベキ線ヲ水平線ト云フ。但シ水面ノ水平ヲナスノ理ハ、液體ノ性質ヲ論ズル條下ニ明解スベシ。

萬物皆盡ク引力ヲ有スルノ證 宇宙間ノ

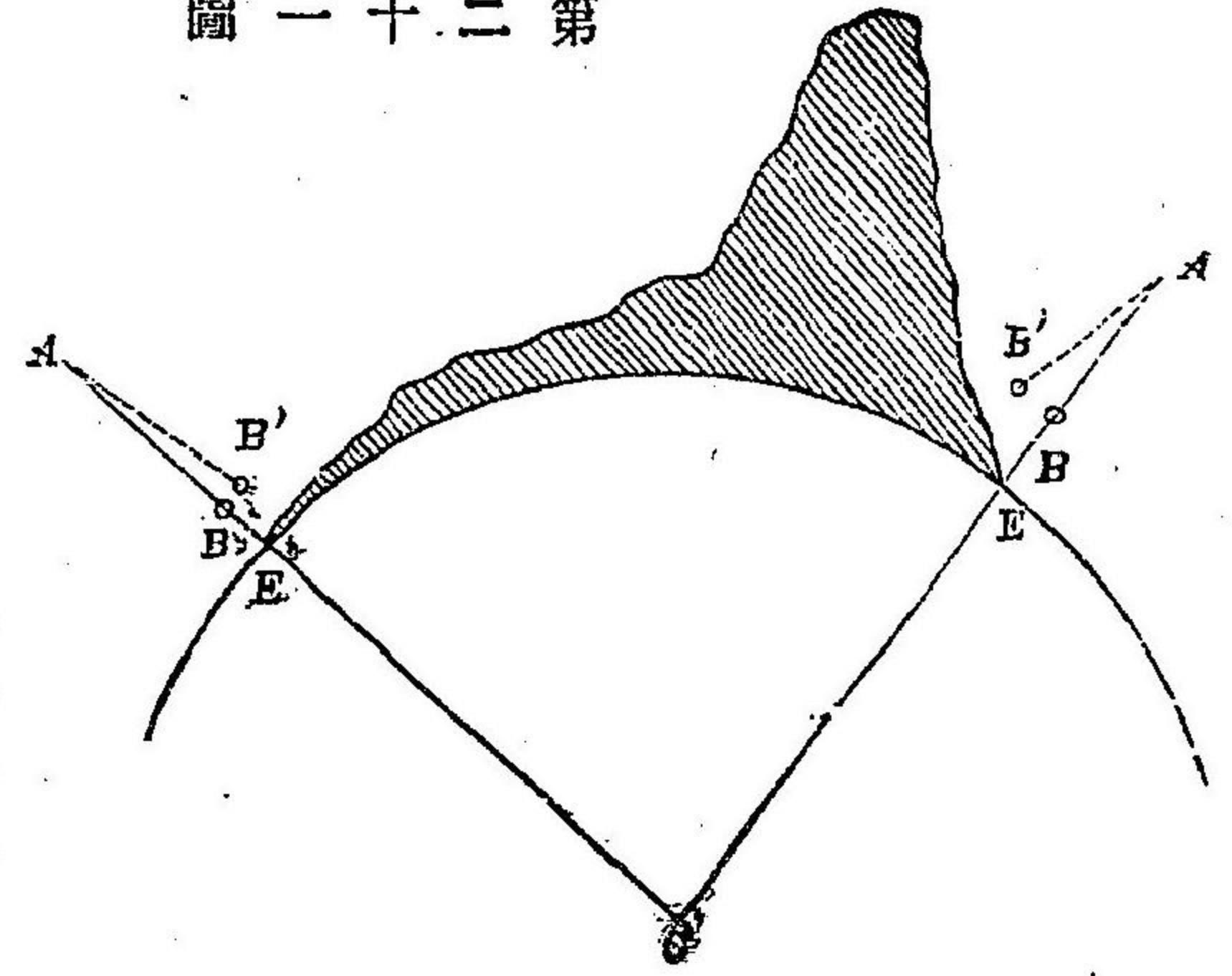
萬物ハ皆相互ニ牽引セントスル力ヲ有ストハ、是レ引力説ノ依テ以テ立ツ所ナリ。今實際的ニ之ヲ證明スルノ試驗ヲ掲グベシ、例ハバ第二十一圖ニ於テ見ルガ如ク、○ヲ地球ノ中心ト假定シ、錘ヲ一線ニ垂レテA Bナル垂線ヲ作りタリトスレバ、此ノ線ノ延長シタルモノハ地心ヲ貫クベキヲ勿論ナリ。然ルニ若シA B線ノ側傍ニ一ノ高山アリトセンニ、此ノ山ノ實質ハ錘ニ引力ヲ及ボスベキヲ以テ、垂線ノ方向ハ

第二十圖



傾斜セザルヲ得ズ、即チA BハA B'ノ如キ方向ヲ取ルベシト雖モ、山ノ實質ト地球

第二十一圖



ノ實質トナ比較スルニ素ヨリ非常ノ差異アル  
 ナ以テ其ノ山ノ方ニ傾ク角度ハ甚ダ微小ナラ  
 シ。斯ク山側ニ傾斜スル割合ヲ見山ノ實質ヲ算  
 定シ且ツ錘ノ質量ヲモ量レバ地球ノ質量ヲ推  
 算シ得ベキナリ。博士ますけれん氏ハ、ペるとし  
 やあニ於ケルしえは、れいん山ノ傍ニ於テ此ノ  
 實驗ヲ行ヒ、該山ノ平均密度ト地球ノ密度トハ  
 五ト九ノ比ヲナシ、又地球ノ密度ヲ水ノ密度ニ  
 比スレバ殆ト五倍ナルコトヲ算定セリ。

**太陽ノ重力** 太陽ノ重力ハ之ヲ地球ノ重

力ニ比スレバ幾倍ナルヤヲ知ラント欲セバ、下  
 ニ説ク所ヲ見ルベシ。重カハ質量ニ正比例ヲナシ、距離ノ自乗ニ反比例ヲナスモノ  
 ナルヲ以テ先ヅ太陽ノ實質ハ地球ノ實質ニ幾倍スルヤ、太陽ノ中心ヨリ其ノ表面  
 ニ至ルノ距離即チ半徑ハ幾何ナルヤヲ知ラザルベカラズ。實驗ニ由ルニ地球ノ質

量チ一トスレバ、太陽ノ質量ハ三五五〇〇〇ニシテ、太陽ノ半徑ハ始ト四十四萬英  
 里ナリ。又吾人ノ地球表面ニアリテ物ノ重量ヲ測ルハ地球引力ノ中心即チ地心ヨ  
 リ四千英里(地球ノ半徑ヲ隔ツル所ニ於テナスモノナリ、又太陽ノ表面ニアリテ物  
 ノ重量ヲ測ルトスルニ、是レ太陽ノ力ト中心ヲ隔ツルコト四十四萬英里ノ所ニ於  
 テナスモノナリ、斯クテ太陽ノ重力ト地球ノ重力トノ比ハ質量ニ正比例ヲナシ、兩  
 者ノ半徑ノ自乗ニ反比例ヲナスベキガ故ニ、正ニ左式ノ如クナルベシ。

$$\begin{aligned} \text{太陽ノ重力} &:: \text{地球ノ重力} \\ \frac{355,000}{(410,000)^2} &:: \frac{1}{(4,000)^2} \\ \frac{1}{121} &:: 29.3 \end{aligned}$$

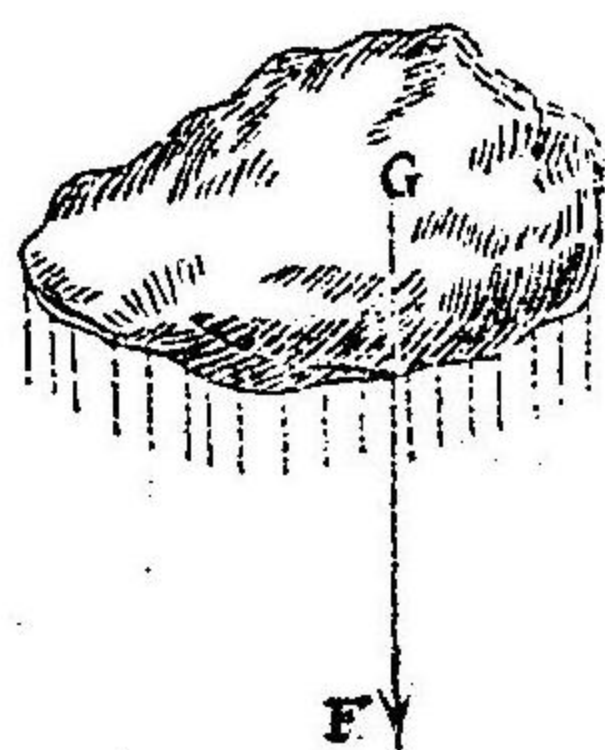
即チ知ル、太陽面ニ於テ其ノ重力ハ地球面ニ於ケル地球ノ重力ニ倍スルコト二九  
 三ナルコトヲ。故ニ地球上ニアリテ一斤ノ重量ヲ有スルモノヲ、太陽ノ表面ニ致セ  
 ハ、二十九斤十分ノ三丈ケノ重量ヲ有スルニ至ルベシトス。

此ノ方法ニテ月及ビ他ノ諸遊星ニ於ケル重力ヲ測定スルコトヲ得ベシ、但シ此等  
 諸體ノ半徑ト其ノ質量ノ地球質量ニ對スル比トヲ知レバ可ナリ。

第五章 重心ヲ論ズ

何チカ重心ト云フ 一ノ瓦片アリ、此ノ瓦片ハ數多ノ小部分ヨリ成立スルモノト思考スルコトヲ得ベク、各小部分ノ重量ノ總和ハ即チ瓦片ノ重量ナルベシ。今假リニ瓦片ノ各小部分ヲ分子、細キ糸ニテ懸吊シタリト假定スレバ、孰レモ地心ヲ指示スル方向ヲ有スベシト雖、地心ノ距離ハ甚ダ遠キガ故ニ地面上ニ於ケル少小ノ距離内ニアリテハ、垂線ノ方向ハ並行ナリト假定シ得ベシ。即チ瓦片ノ小部分ヲ懸レル糸ノ方向ハ、皆悉ク並行スト思考シ得ベシ。若シ各小部分相聯絡シテ一個ノ瓦片ヲナシタリト假定センニ、各小部分ハ初メノ如ク尙ホ重力ニ從フベク、重力ノ方向ハ皆並行ナルベシ、而シテ既ニ槓杆ノ條下ニ於テ論ジタルガ如ク並行力ノ合成力ハ一點アルモノニテ、各並行力相殺マリテ

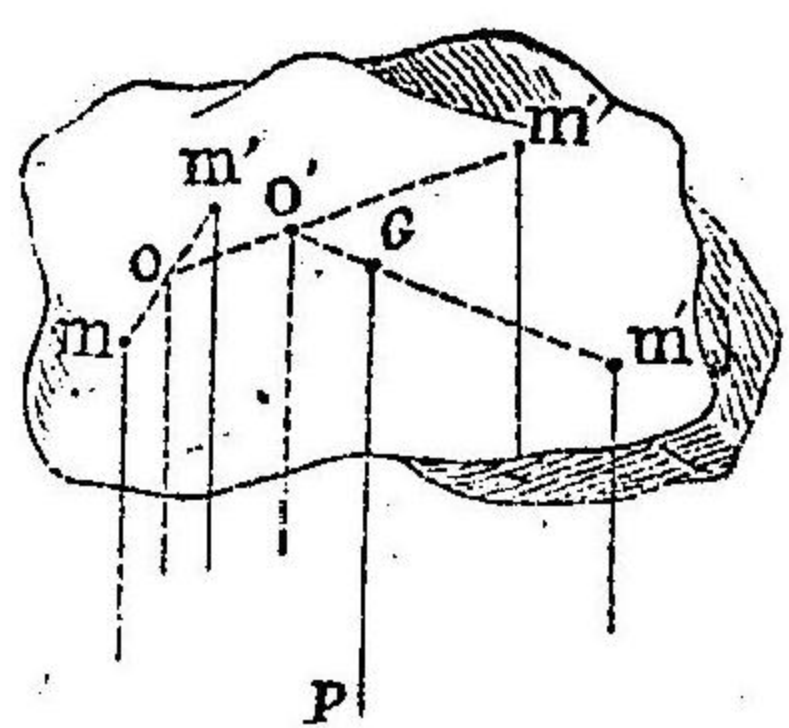
圖二十二第



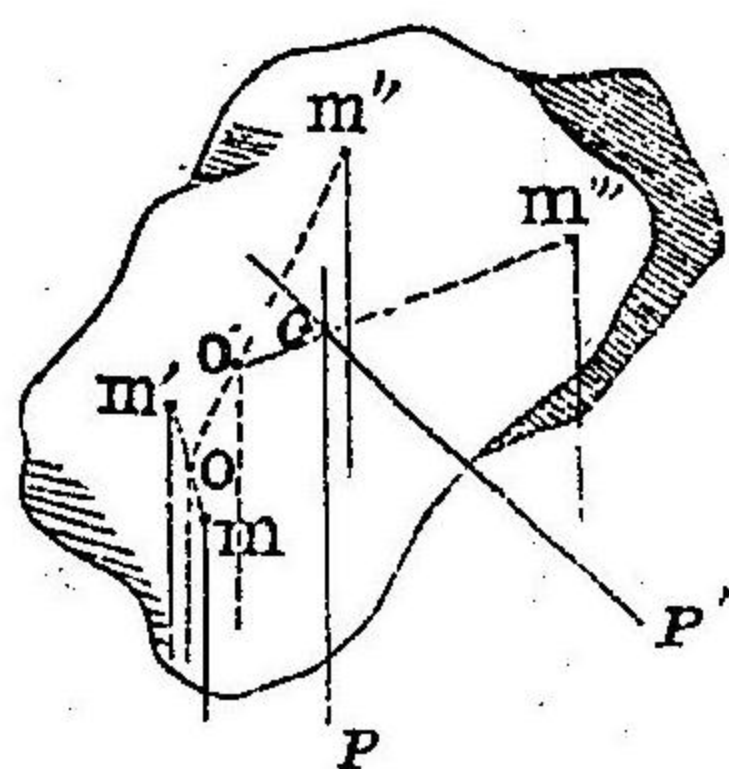
此ノ一點ニ働クモノト思考シテ可ナリ、故ニ瓦片ノ各分子ニ作用スル並行力ノ合成力ノ働ク一點ナルベカラズ、是レ重心ナリ。例ヘバ第二十二圖ノ如キ一個ノ石アリテ、其ノ各分子ハ地球ノ引

力ニ作用セラル、トキハ鉛直ニ働ク數多ノ並行力ヲ生ジ、此等並行力ノ合成力ノ一點Gナルモノ存在スベシ、而シテ合成力ハ分子重量ノ總和ニ均シク、且各分力ト同一ノ方向ヲ有スルモノニテ、物體ハ如何ナル位置ニアルモ其實質變更セザル以上、合成力ノ働ク所即チ重心ハ一定不變ノ點ナルモノトス。故ニ物體ノ全重量ハ重心ナル一點ニ集マリタルモノト想像シ得ベク、此ノ點ヲ支持スレバ物體ノ平準ヲ得ベキモノニシテ、物體ノ降下スルニ方リテハ其體如何ニ轉回スルモ、此ノ重心ハ第一ノ運動則ニ從テ直線路Gト離ル、コト能ハザルモノトス。

圖三十二第



圖四十二第

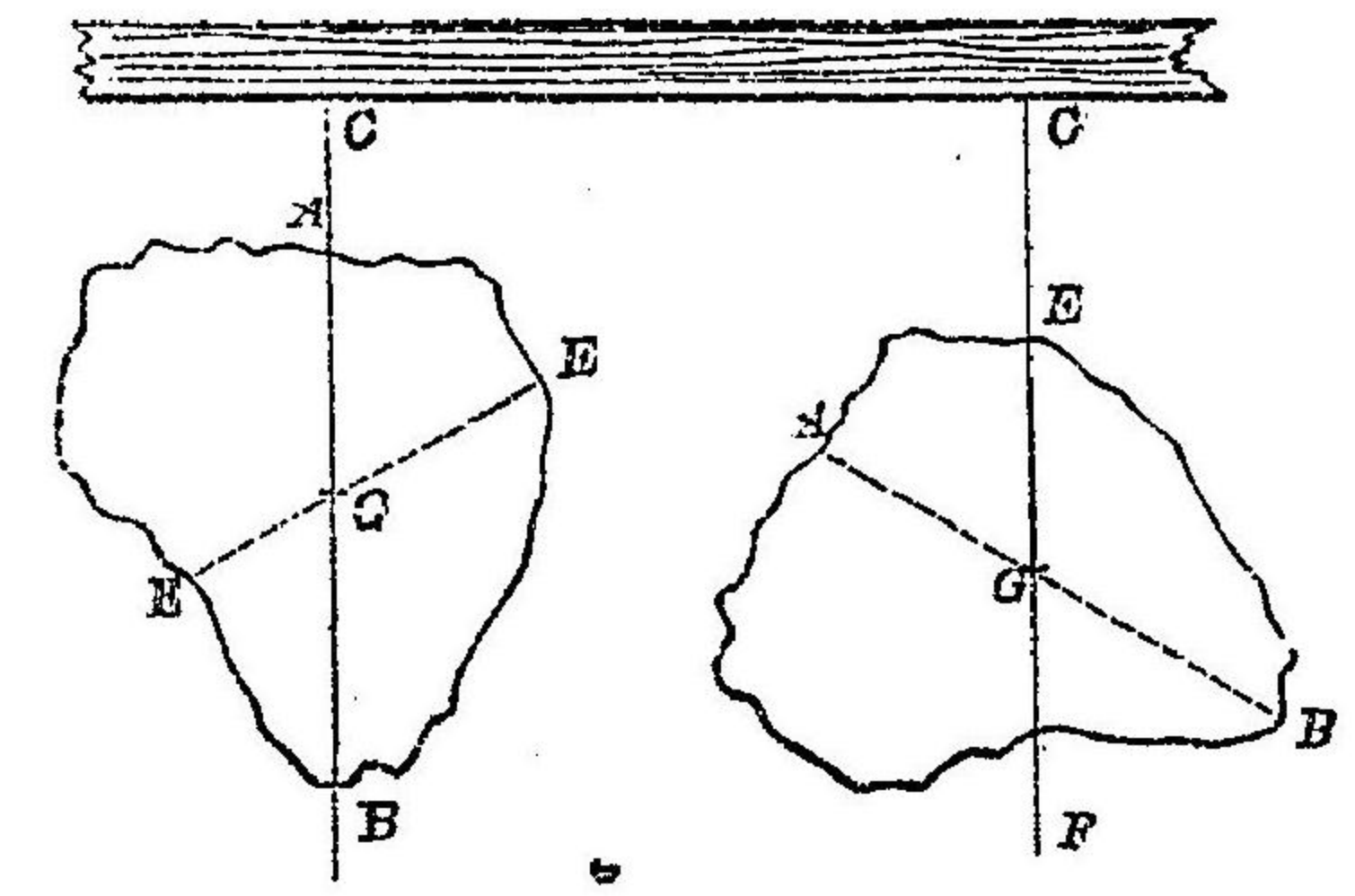


知ルベシ。一個ノ石アリテ、此ノモノ  $m, m', m''$  等ノ分子ヨリ成立スト假定センニ、此等ノ諸分子ハ皆重力ノ作用ヲ受クベク、其重力ノ作用スル方向ハ並行ナルベキガ故ニ、

物體ハ如何ナル位置ニアルモ、其重心ノ位置ハ變ゼザルモノナルコトヲ明ニスルノ理ハ、第二十三、四ノ二圖ニ就キテ

ニ  $m$   $m'$  ニ働ク並行力ノ合成力ハ  $O$  點ニ於テ働クトスレバ、 $m$   $m'$   $m''$  ノ三點ニ働ク合成力ノ位置ハ即チ  $O$  ト  $m''$  トニ働ク二並行力ト合成力ナルベキガ故ニ、 $O$  ニアリト知ラル。此ノ如クニシテ凡テノ分子ニ及ボセバ、遂ニ全分子ノ合成力ノ位置、即チ  $G$  ナリ發見スベシ、 $G$  ハ此石ノ重心ナリ、而シテ  $G$   $P$  線ハ石ノ降下スル際求ムベキ方向ヲ示スモノトス。次ギ

第二十五圖



ニ此ノ石ノ位置ハ第二十四圖ノ如ク變化シタリトセンニ、初メノ  $G$   $P$  線ハ今ハ  $G$   $P'$  ノ如ク其方向ヲ變ズト雖、重心ノ位置即チ  $G$  點ニ於テハ少シモ異變ナシ、是レ物體如何ナル位置ヲ取ルモ重心ノ更ニ變更スルコトナシト云フ所以ナリ。

重心ヲ發見スル法

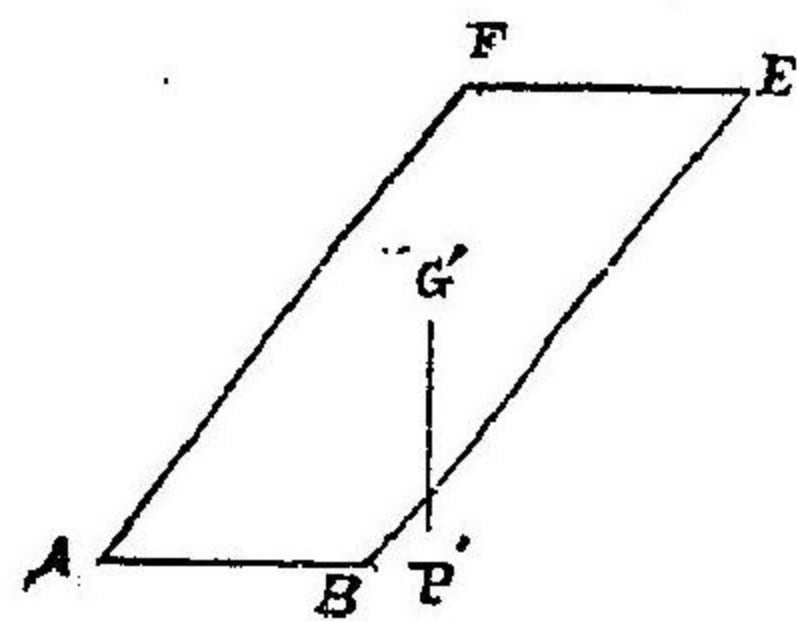
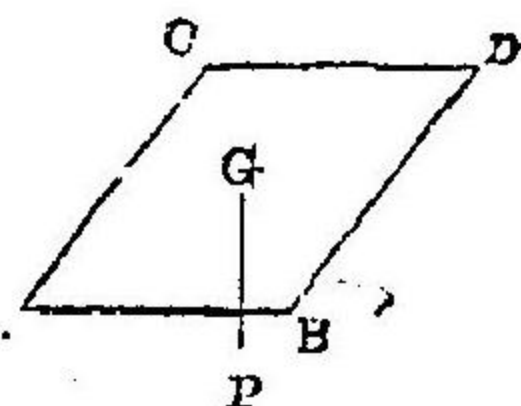
一平面ノ重心ヲ發見セントセバ、先ヅ其ノ平面ノ一點ニ糸ヲ附シテ之ヲ懸吊スルコト第二十五圖ニテ見ルガ如クシ、此ノ糸ノ方向ヲ沿フテ一線  $A$   $B$  ナ作ルベシ、左スレバ此ノ  $A$

$B$  線ニ依テ分割セラレタル兩半ハ、其重量同シカルベク、此ノ兩半ニ働ク並行力ノ合成點ハ  $A$   $B$  線中ニ在ルベシ。次ギニ此平面ヲ他ノ一點圖中  $E$  ニ於テ吊ルシ、其垂線ノ方向ヲ沿フテ  $E$   $F$  線ヲ作レバ、前ト同理ニ因テ、重心ノ位置ハ  $E$   $F$  線中ニ在ルベシ、故ニ  $A$   $B$   $E$   $F$  二線ノ交點即チ  $G$  ハ此平面ノ重心ナリ。斯クノ如クシテ平面ノ重心ヲ容易ニ發見シ得ベシト雖、固體ノ重心ヲ發見スル法モ亦之ニ異ナラサルナリ、例ヘバ第二十五圖ニ示スモノナ一個ノ馬鈴薯ト假定センニ、其重心ヲ發見セント欲セバ先ヅ一點  $A$  ニ糸ヲ附シテ之ヲ垂下シ、其靜定セルトキ糸ノ方向ニ沿フテ鉛直ニ細長キ針ヲ挿シ、以テ  $A$   $B$  線ヲ作レバ、重心ハ此ノ線中ニアルベシ、次ギニ他ノ一點  $E$  ニ糸ヲ附シ、前ノ如ク之ヲ吊シテ又針ヲ挿入シ、以テ  $E$   $F$  線ヲ作レバ、重心ハ同シク此ノ  $E$   $F$  線中ニアルベク、 $A$   $B$   $E$   $F$  二線ノ交叉セル點  $G$  ハ即チ重心ナルベシ、凡テ物體ノ重心ヲ發見スル法モ亦之ニ異ナラサルナリ。

三種ノ平準

物ノ重心ハ其物體ニ於テハ實ニ必要ノ點ナリ、何トナレバ物體ノ重量ハ全ク此ノ一點ニ集マリタルト假定シ得ベキ點ナレバナリ。故ニ地球ハ恰モ重心ニ就キテ物體ヲ引キ下ゲントスル傾向ヲ有スルモノニテ、重心ハ出來得ベ

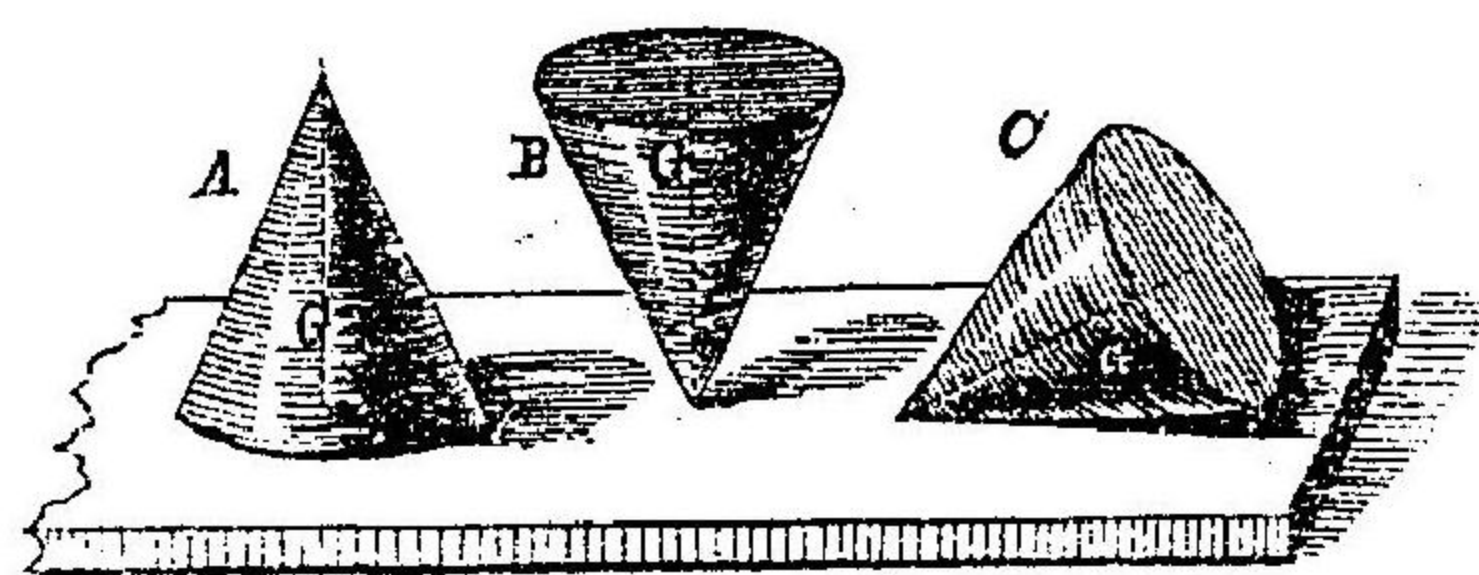
第二十六圖



第二十七圖

キ丈降下セントスルモノトス。例ハバ第二十  
 六圖ニ示スガゴトク、A B C Dナル一體ノ一  
 ノ臺上ニ安定スルアリテ、其ノ重心ハGナリ  
 ト假定ス然レバ地球ノ引力ハG Pノ方向ニ  
 此體ヲ引キ落サントスト雖、此物臺ニ支ヘラ  
 ル、ガ故ニ靜定シテ動カザルベシ。然ルニ若  
 シ第二十七圖ニ示スガ如ク、A B E Fナル體ヲシテ、其ノ底基A Bニ由テ臺上ニ立  
 タシメントスルニ其ノ重心ハG'ニ在リテ、重力ハG' P'ノ方向ニ働キ、此ノ線底基外  
 ニ出ヅルガ故ニ、G'點ハ猶ホ能ク降下シ得ルヲ以テ、此ノ體轉倒セザルヲ得ズ。凡テ  
 重心高キニアレバ是レヨリ垂下セル線ハ容易ニ底基ノ外ニ出ヅルヲ以テ、物ノ安  
 定ヲ欲セバ重心ヲ下グルカ、若クハ底基ヲ廣クセザルベカラズ。物體ノ底基トハ必  
 ズシモ下部ノ臺ト接スル所ヲ謂フニアラズ、例ハバ方机ノ底基トハ其四足ノ周圍  
 ニ系ヲ廻ハシテ生ジタル矩形ノ面ヲ云フモノニシテ、三脚机ノ底基トハ其脚端ヲ  
 連結シタル三角形ノ面ヲ指スモノト知ルベシ。

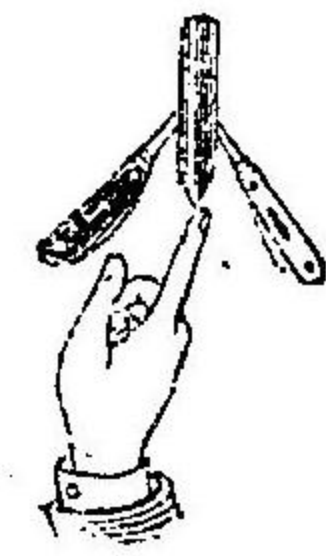
第二十八圖



一物體ニ働ク所ノ數多ノ力、互ニ相平等スルトキハ、其物體ハ靜定スルモノニテ、斯  
 カルトキニハ吾人ハ此體平準スト云フ、而シテ平準ニ三種ノ別アリ、安定平準、不安  
 定平準及ビ中立平準是レナリ。  
 靜定セル一物體アリ、今此ノ體ヲ少シク動搖スルニ、外力ノ作用止メバ前位ニ復セ  
 ントスル傾向ヲ有スルトキハ、安定平準ヲ得タルモノト稱ス。不安定平準トハ少シ  
 ク物體ヲ動カセバ、大ニ其ノ原位置ヲ變ズルヲ云  
 フ。中立平準トハ如何ニ物體ヲ動搖スルモ、其體常  
 ニ平準ヲ得ルガ如キ、即チ如何ナル地位ニアリテ  
 モ能ク平準スルガ如キヲ云フ。第二十八圖ノ圓錐  
 體ニアリテ、Aハ安定平準ヲ示シ、Bハ不安定平準  
 ヲ示シ、Cハ中立平準ヲ示スモノナリ。  
 物體ノ重心最モ低キ位置ニアルガ如ク(圖中A)ス  
 ルトキニハ、安定平準ヲ得ヘシ。故ニ木球ニ鉛塊ヲ  
 嵌挿セルモノヲ置クニ、其鉛ヲ嵌挿セル部分ヲ底

基トスレバ、安定平準トナルモノナリ。不安定平準ニアリテハ、少シニテモ體ノ位置ヲ變ズレバ、重心ヨリ垂下セル線ハ忽チ底基外ニ出ヅルガ如キ(圖中B)ヲ云フ、故ニ物體ノ重量ハ之ヲシテ原位置ト大ニ異ナレル位置ヲ取ラシムルノ傾向ヲ有ス、是レ重心最モ高キニアルヲ以テナリ。前例ノ木球ヲ取り、其ノ鉛ヲ嵌入セル部分ヲ上トシテ置クハ即チ不安定ナリ。中立平準ニ於テハ圖中Cニ於テ見ルガ如ク、何如ニ之ヲ動搖スルモ、重心常ニ同高所ニアルガ如キヲ云フ、鉛ヲ嵌入セザル木球ハ何如ニ之ヲ動カスモ、重心ト中心ト等シカルベキガ故ニ、高下スルコトナシ。故ニ全體同一質ヨリ成立スル球體ヲ臺上ニ置ケバ、常ニ中立平準ヲナスモノトス。

第二十九圖



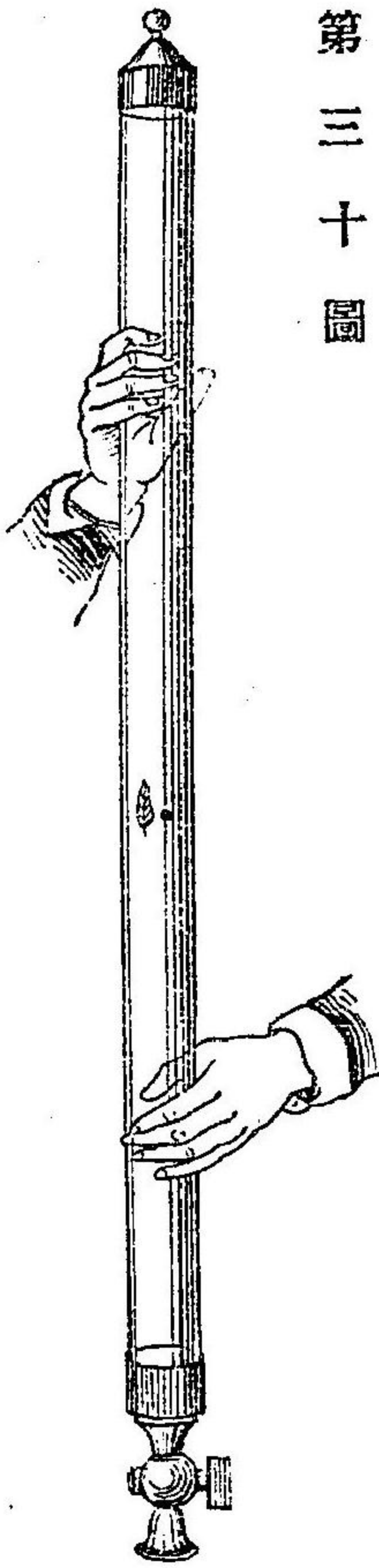
第二十九圖ノ如ク其兩側ニ小刀ヲ挿シ、重心ヲシテ大ニ降りテ尖端ノ下ニ至ラシムレバ、如何ニ全裝置ヲ動搖スルモ重心ノ位置元ヨリ依然トシテ更ニ變化スルコトナキヲ以テ、物體ノ平準ハ安定ニシテ轉倒スルノ恐レナシ、不倒翁ノ理之ニ由テ解スベシ。

### 第六章 墜體ノ加速動

墜落ノ速度ハ各物ニ於テ同一ナリ

高塔ノ上ヨリ一片ノ羽毛ト一箇ノ銅錢ヲ

第三十圖



同時ニ墜落スルニ、通常羽毛ハ運動甚ダ緩慢ニ

シテ、銅錢ハ急速ナルベキガ故ニ輕重等シカラザル二箇ノ物體ヲ同時ニ同高處ヨリ墜落スルニ、其重キモノハ速ニ輕キモノハ遅ク地上ニ達スル如ク思ハルレドモ、空氣ナキ所ニテハ然ラザルモノニテ、物ノ大小ト輕重トニ關セズ、各物同一ノ速度ヲ以テ地上ニ達スルモノナリ。常ニ見ルガ如ク輕體ノ墜落スルコト遅々タルハ、空氣ノ抵抗アルガ故ナリ。空氣ナキ處ニ於テハ物體ニ大小輕重ノ別ナク、墜落ノ速度一様ナルコトヲ證スベキノ器ハ第三十圖ニ示スガ如シ。長サニめどる計リノ玻

璃管アリ、ソノ一端ハ密封セラレ、他ノ一端ニ活栓ヲ備ヘ中ニ金線ト羽毛トヲ包藏ス、若シ此ノ管中ヨリ空氣ヲ排除シ、遽ニ管ヲ轉倒シテ中ニ藏スル所ノ彼ノ二物ヲ落下セシムルニ兩者一齊ニ墜チン、又空氣ヲ充テ、同一ノ實驗ヲ行ヘハ金線ノ墜落スルコト羽毛ニ比シテ遙ニ速カナラン。

サレバ重體ノ輕體ニ比シテ墜落ノ度速ナルハ空氣ノ抵抗ニ由ルコト明カナリ、例ヘバ黃金塊ト木片トアリ、兩者ノ重量各一ぐらむアリト假定スレバ兩者ハ同一ノ質量ヲ有スベキモ、木片ノ實質稠密ナラズシテ其ノ容積遙ニ黃金塊ヨリ大ナルベシ、故ニ其空氣ノ抵抗ヲ受クル處ノ面積モ亦甚ダ大ナラザルヲ得ズ、是レ墜落ノ際著ク空氣ノ爲ニ阻碍セラル、所以ナリ。若シ黃金ヲ薄片トナシ、大ニ其ノ面積ヲ擴ゲテ而シテ後ニ之ヲ墜落セシメンカ、其ノ空氣ノ抵抗ヲ受クル面積大ニ増加スベキガ故ニ、初メノ如ク速ナルコト能ハザルモノナリ。

次ニ重量ヲ異ニスル同一物質モ亦同時ニ墜落セサルベカラザル理由ヲ述ベン。甲乙二個ノ鉛塊アリ、甲ハ一ぐらむノ重量ヲ有シ、乙ハ二ぐらむノ重量ヲ有ストセンニ、乙ノ分子ニ働ク所ノ引力ノ總量ハ、甲ノ分子ニ働ク所ノ引力ノ總量ニ二倍スベ

シ、斯クシテ乙ハ甲ニ比シテ二倍ノ速度ヲ以テ墜落セザルベカラザルカ如ク誤解スルモノモアランガ、少シク思考スレバ萬此理ナキヲ了スルコト難カラズ。假リニ甲ハ一千分子ヲ含有ストスレバ、乙ハ同質量ノ分子二千箇ヨリ成立セザルベカラズ、而シテ引力ノ同一分子ニ働ク効力ハ同一ナルガ故ニ、地球ノ乙ニ及ボス引力ハ其ノ甲ニ及ボス引力ニ二倍スルコト勿論ナリ、然レモ甲ト乙トノ各一分子ニ働ク力差異ナシトスレバ、甲乙ノ分子ハ一齊ニ墜落スベキ筈ナリ、故ニ甲乙二體ハ一齊ニ墜落セザルヲ得ズ。換言スレバ單位ノ質量ヲ有スルモノチ一ノ力ニテ動カシ、之ニ一定ノ速度ヲ與ヘタリトセンニ、質量之ニ二倍スルモノチ同一ノ速度ニテ動カサントスルニハ、二倍ノ力ヲ要スルヲ曉ラバ、右ニ述ブル所ノ意自ラ明瞭ナラン。

墜體ノ速度

實驗上ヨリ墜體ノ速度ヲ測定シタルニ、空氣ナキ處ニ於テ石ヲ墜落スルニ各一秒時ノ終リニ於テ毎秒殆ド九、八めトスルノ速度ヲ得ヘキヲ知レリ、

即チ第一秒ノ最初ニハ速度〇ニシテ其終リニハ毎秒九、八めトスルノ速度ヲ得、第二秒時ノ最初ニハ第一秒時ノ終ニ於テ得タル速度ヲ以テ起リ、其終リニハ重力ノ作用常ニ間斷ナキヲ以テ更ニ毎秒九、八めトスルノ速度ヲ加フ、故ニ第二秒時ノ終

リニ於テ石ノ有スヘキ速度ハ每秒一九六めーとるトナル物體墜落ノ間ハ此割合ニテ進ムヲ以テ第三秒時ノ終リノ速度ハ每秒二九四めーとる、第四秒時ノ終リノ速度ハ每秒四九二めーとるナリ、乃チ知ル墜體ハ均等加速度ヲ以テ進ムモノナルヲチ。物體墜落ノ時間ト速度トノ關係ヲ知ルヘキ式アリ、今チ物體ノ墜落セル秒時ノ數トシ、 $t$ ヲ以テト秒時ノ終リニ得ヘキ速度トシ、 $g$ ヲ重力ノ加速度(九八めーとる)トスレハ左ノ式ヲ得ベシ。

$$v = gt$$

故ニ四分ノ一秒時ノ終リニ於ケル速度ヲ此ノ式ニテ算スルトキハ  $v = 98 \times 4$  即チ其速度二四五めーとるトナル、又五秒時半ノ終ニ於ケル速度ハ  $v = 98 \times 5.5$  即チ五三九めーとるトナル、餘ハ類推シテ知ルベシ。

地球ハ眞球ニアラズ、兩極ニ於テ扁平ナルガ故ニ、其表面ノ各部ノ中心ヲ距ルコト一様ナラズ、且ツ其自轉アルガため、遠心力ナルモノアリテ重力ニ作用スルヲ以テ加速度( $g$ )ノ價ハ各處ニ同ジカラズ、例ヘバ赤道ニ於テハ九七八一〇三めーとるニシテ、緯度四十五度ノ處ニ至レハ九八〇六〇六めーとるトナリ、兩極ニ於テハ九八

三一〇九めーとるトナルガ如シ。

尙ホ他ニ  $g$  ノ價ヲ變ズベキモノアリ、重力ハ引力ノ定則ニ從ヒ地球ノ中心ヲ距ルニ從ヒテ漸ク其効力ヲ減ズルモノナレバ、海面ヲ抜クコト愈々大ナルニ從ヒ其ノ効力愈々減ズベシ、今若シ海面上ノ加速度ヲ  $g$  トシ、コレヨリ  $h$  ノ高サニ於ケルモノヲ  $g'$  トシ、又地球ノ半径ヲ  $R$  トスレバ、其ノ變更ハ左式ニテ知ラル、ナリ。

$$g : g' :: (R + h)^2 : R^2 \quad g' = \frac{R^2 \times g}{(R + h)^2}$$

因ニ云フ我が東京ニ於ケル加速度ハ九七八四ナリ。

### 墜體ノ通過スル距離

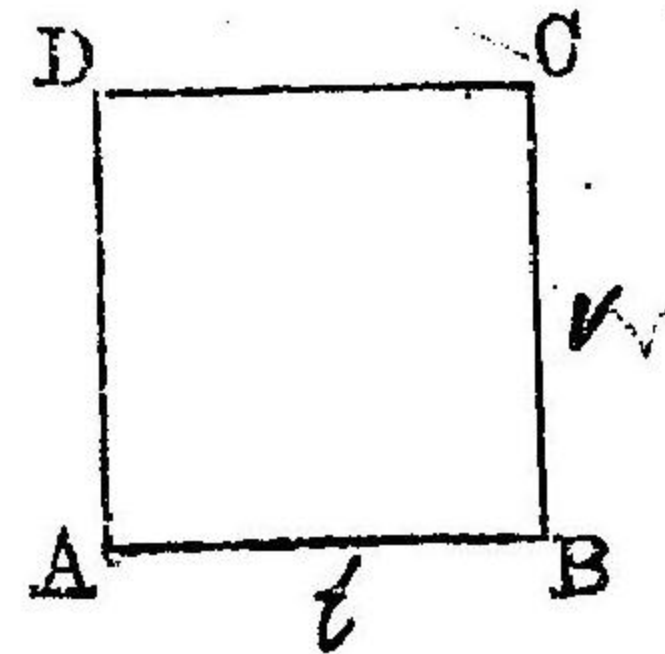
次ギニ物體墜落ノ時間ト其ノ際通過セル距離トノ

關係ヲ説カン。前節ニ述ブルガ如ク、第一秒時ノ終リマデニ墜體ハ每秒九八めーとるノ速度ヲ得ルモノナレバ、第一秒時ノ終リニ於テ地球ノ引力全ク其作用ヲ停止シタリトスレバ、第一ノ運動則ニヨリテ其體ハ每秒九八めーとるノ速度ヲ以テ永久直進セント欲スベシ、實際ニ於テハ地球ノ引力絶エズ作用スルヲ以テ、墜體ノ速度絶エズ變更スルモノナリ、是レ墜體ハ一刹那ノ間ト雖同一ノ速度ヲ有スルヲナキ所以ナリ。



時間ト速度トヲ知リテ經過セル距離ヲ容易ニ算定セントセバ圖式ニヨルヲ便ト

第三十一圖

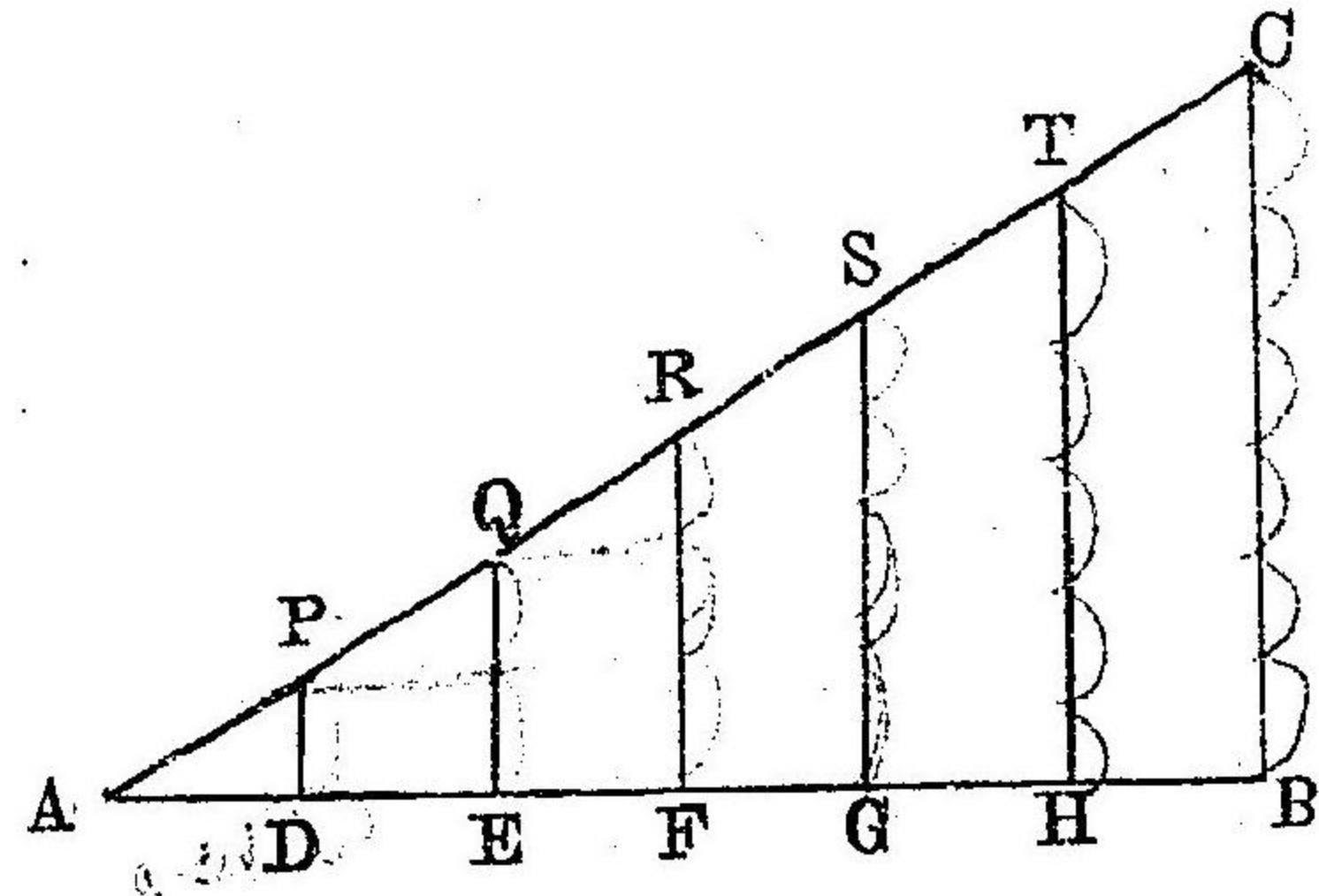


スベシ。第三十一圖ノAD若クハBCヲシテ平等速度ヲ表  
ハサシメ、AB若クハDCヲ以テ時間トス。今Vヲ速度トシ、  
Sヲ距離トシ、tヲ時間トスレバ、時間ト速度トノ乘積(St)ハ  
即チ距離(St)ナルベシ、(St)ニシテ、即チ物體ノ通過セル距離ハ一  
秒時ノ速度ト秒數トヲ相乘シテ得タルモノトス。是ヲ以テ  
圖中BC線ヲ速度トシAB線ヲ時間ト見做スルハABC

Dノ面積ハ物體ノ通過シタル距離ヲ示スモノナルヤ明ナリ。

以上ハ起動スル時間ノ初メヨリ終ハリニ至ルマデ平等ノ速度ヲ以テ運動スルト  
キノ例ナリ。重力ニ感ジテ物體ノ墜落スルニ方リテハ大ニ之ト同ジカラズ、即チ其  
ノ將ニ墜落セントスル瞬間ニハ速度ハ零ナレトモ、ソレヨリ次第ニ下ルニ隨テ速  
度次第ニ増加スルコト第三十二圖ニ於テ見ルガ如シ。圖中AD、DE、EF等ハ各一  
秒時ヲ示シ、PDハ一秒時ノ終ハリノ速度、QEハ第二秒時ノ終ハリノ速度ヲ示ス  
トスレバ、墜體ノ第一秒ノ初メ即チAニ於ケルトキニハ其速度零ナレドモ、其時間

第三十二圖



ノ終ハリDニ於テハPD即チ九八め一とるノ速度ヲ得、Eニ於テハ二倍、Fニ於テ

ハ三倍ノ速度ヲ得ルコト幾何學ノ初步ヲ學ビタル  
モノハ容易ニ了スベシ。若シ物體ニシテ第一秒時ノ  
始メヨリ九八め一とるノ速度ヲ有シ、之レヲ變セス  
シテ一秒時間運動シタリトスレバ、第三十一圖ニ照  
ラシ、時間ハ一秒(AC)ニシテ、距離ハ九八め一とる  
(BC)ナルガ故ニ此ノ時間中ニ經過スヘキ距離  
ハ九八め一とる(AB×BC=98×1=98)ナルモ、重力ノ  
作用ニテ墜落スルトキハ然ラズ、初メハ零ニテ終ハ  
リハ九八ナルヲ以テ、第一秒時ノ平均速度ハ四九め  
一とる(0+98/2=49)ナルベク、其經過セル距離ハ四

九め一とる(49×1=49)ナラザルベカラズ、即チ第三十二圖ニ於テADP三角形ノ  
積AD×PD=1×9.8=4.9ナリ乃チ墜體ノ第一秒時間中ニ通過スベキ距離ハ四  
九め一とるナルコトヲ知ル。又第二秒時間中ニ通過スヘキ距離ヲ算定センニ墜體



直角ニ交ハル所ノ垂線ヲ以テ速度ヲ示ストスレバ、一箇ノ小三角形ハ四・九めゝと  
 る(5)ノ距離ヲ示ス。而シテ第二秒時ニ於テハ此ノ如キ三角形三箇アルヲ以テ、第二  
 秒時中ノ距離ハ一四・七めゝとる(6)×(5)ニシテ、三秒、四秒ト進ムニ隨ヒ漸ク五・七等  
 奇數ヲ以テ變スルコト容易ニ知ラルベシ。此ノ圖ノ理ヨリ推究スレバ幾秒時目ニ  
 ハ幾何ヲ經過スルヤ、或ハ其ノ全秒時中ニ經過セル全距離ハ幾何ナルヤ、又何秒時  
 目ノ始メノ速度ハ幾何、終リノ速度ハ幾何ト容易ニ測定シ得ベシ。

但シ或ル秒時中ニ經過シタル距離ハ時間ノ自乗ニ比例スルコト一言スベシ、即チ  
 始ノ一秒時間ニ經過スベキ距離ハ(1)<sup>2</sup>ニシテ、二秒時間中ニハ(2)<sup>2</sup>三秒時間中ニハ

(3)四秒時間中ニハ(4)<sup>2</sup>ノ距離ヲ經過スベキコト圖ニ就テ知ルヘシ、故ニ其比例ハ

秒時	1"	2"	3"	4"
距離	1(1 <sup>2</sup> )	4(2 <sup>2</sup> )	9(3 <sup>2</sup> )	16(4 <sup>2</sup> )
比例	1	4	9	16
	1	2 <sup>2</sup>	3 <sup>2</sup>	4 <sup>2</sup>

ニシテ、或ル時間(例ハバ三秒)中ニ經過セル全距離ハ其ノ時間ノ自乗(3<sup>2</sup>)ニ四・九めゝ  
 とる(4)ヲ乘ジテ之ヲ得ベキコト明カナラン。

墜體ノ距離速度等ヲ測定スル公式 前節ノ圖式ニヨラバ公式ヲ以テ  
 容易ニ算定シ得ベシ、Vヲ速度トシ、Sヲ各一秒時ニ經過スル距離トシ、S<sub>t</sub>ヲ墜落セ  
 ル全秒時間ノ距離トシ、tヲ秒時トシ、gヲ重力ノ加速度トスレバ、左ノ公式ヲ得。

- (1)  $v = gt = 9.8t$
- (2)  $s = \frac{g(t-1) + g^2}{2} (2t-1)$
- (3)  $S = \frac{1}{2}gt^2 = 4.9t^2$

實例——墜體五秒時ノ末尾ノ速度ハ如何 (答四九めゝとる)

$$v = 9.8 \times 5 = 49$$

四秒時目ニ經過セル距離ハ如何 (答三四・三めゝとる)

$$s = 4.9 \times 7 = 34.3$$

六秒時間墜落セル物體ノ經過セル全距離ヲ問フ(答一七六・四めゝとる)

$$S = 4.9 \times 6^2 = 176.4$$

**墜體ノ加速動ヲ證スル法**

物體ヲ自由ニ墜落セシメテ加速動ノ法則ヲ  
 證セントスルモ、墜體ノ速度逼急ニシテ實際ニ之ヲ觀察セントスルコト難シ。サレ

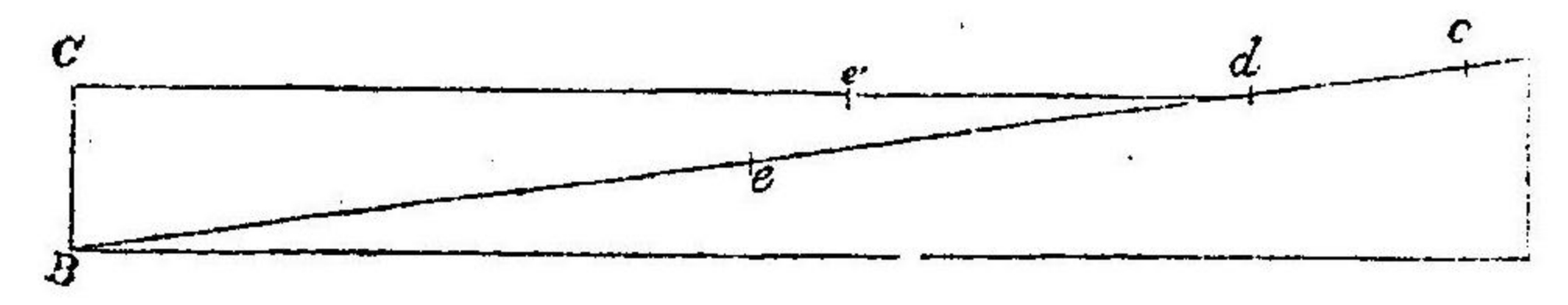
第三十四圖



バ加速動ノ性質即チ平等ニ速度ヲ加フルノ規律ヲ變ズルコト  
 ナクシテ、單ニ全體ノ速度ノミチ遅引スルチ方法ヲ設ケテ、其理  
 ナ研究スルノ装置アリ、あとうゝ氏ノ機械是レナリ。此ノ器械  
 ハ良恰ニシテ至便ナレドモ、其構造稍々錯雜ナルチ以テ、茲ニハ  
 何人ニモ容易ニ實驗シ得ラル、ノ方法ヲ説クベシ。  
 極メテ平滑ナル板第三十四圖ノA、Bチ取り、其一端チ高クシテ  
 表面チ斜ニシ、別ニ一めゝとる許リノ長サアル糸ノ一端ニ重錘  
 チ附シ、他ノ一端ニテ吊ルシ、恰モ時計ノ振子ノ如ク震動シ得ベ  
 カラシメ、此ノ振子ノ一振スル時間チ假ニ一秒時ト定ム精密ニ  
 云ヘバ〇.九九三めゝとるノ長サアル振子ニアラザレバ一秒一  
 震スルモノニアラズ。今若シ滑カナル一個ノ球子(象牙球チ可ト  
 ス)チシテ、A、B板面ノ上端Cヨリ輾落セシムベシ、此ノ球子ノ運  
 動ハ重力ニ感ジテ起ルコト勿論ナレドモ、直下墜落ト異ナリ斜  
 面上ノ輾落ナレバ全體ノ速度大ニ遅引シ、而シテ加速運動ノ性

質ニ於テハ變化ナシ。倍テ球チ上端ニ置キ、一手チ以テ之チ支持シ、他ノ手ニテ振子  
 チ振動セシメ、此ノ振子ガ運動ノ際通過スル所ノ彎形ノ一端ニ達シ、今ヤ反對ノ方  
 向チ指シテ下ラントスル瞬間ニ於テ、球チ離シ、振子ガ彎形ノ他端ニ至リタル片、即  
 チ一震チナス間ニ球ノ到達セル位置チ記シテ假ニ此ノ間ノ距離チe、dトシ、次ギ  
 ニ振子ノ更ニ一振スル間ニ到達セル位置チ前ト同様ニ記シ、之チe、tトシ、次第ニ各  
 一震ノ終ハリニ於ケル位置チ記スヘシ。但シ其精密チ欲スルタメ、兩三回同一ノ實  
 驗チ施シ以テ一震時間内ニ經過スベキ距離チ正シク究ムベシ。此ノ實驗ニシテ精  
 密ニ行ハルレバ、第一振時間即チ一秒時間ニ經過セル距離チsトスレバ、第二振時  
 間中ニ經過セル距離d、eハsノ三倍ニ該當シ、第三振時間中ニ經過スベキ距離ハ  
 sノ五倍ニ當ルガ如ク、凡テ一三、五、七等奇數ノ比例チナスモノナルコトヲ曉ルベ  
 シ。空氣ナキ所ニテ自由ニ直下墜落セシムルトキニ於テハ、sハgノ二分ノ一即チ  
 四.九めゝとるニ相當スト考フベシ。又球ノ速度チ推算スルニ、第一振時間ノ末尾ノ  
 速度ハ一sト三sノ間ニシテ即チ二sナリ、第二振時間ノ末尾ノ速度ハ三sト五  
 sトノ間ニシテ即チ四sナリ、第三振時間ノ末尾ノ速度ハ五sト七sトノ間ニシ

圖五十三第



テ即チ六sナルガ如ク、漸ク下ルニ隨ヒ凡テ二、四、六、八等ノ偶數ニ比例ス、左ノ實驗ニテ稍此ノ證ヲ確メ得ベシ。

前圖ノ裝置ヲ變シ、第三十五圖ニ於テ見ル如ク、斜面ノdヨリ平滑ナル板ヲ水平ニ接續シ、球ノ輾下シ來リテdニ達スルヤ、ソレヨリ此ノ平面上ヲ經過スルガ如クスベシ。球ノcヨリdニ達スル迄ハ重力ニ感ジテ輾落シ來ルヘシト雖、dニ到レバ最早重力ノ作用止ムベク、球ハ其ノcdノ間ヲ經過スル間即チ第一震時間ノ終リマデニ得了セル速度ヲ以テ平面上ヲ經過スベキガ故ニ球ノ平面上ヲ經過セル距離ヲ計リテ其ノdニ至ルマデニ得了セル速度ヲ知り得ベシ。今若シcヨリ轉下セル球ガ第一震時間中ニdニ達シ、s距離ヲ經過シタリト假定セバ、第二震時間中ニ平面上ヲ經過セル距離d'eハ必ズ其ノ二倍即チ二sナラザルヘカラズ、何トナレバdニ於ケル球ノ速度ハ二sナレバナリ。而シテ上圖ノ平面ヲ更ニe點ヨリ附着シ、球ヲシテ第二震時間中

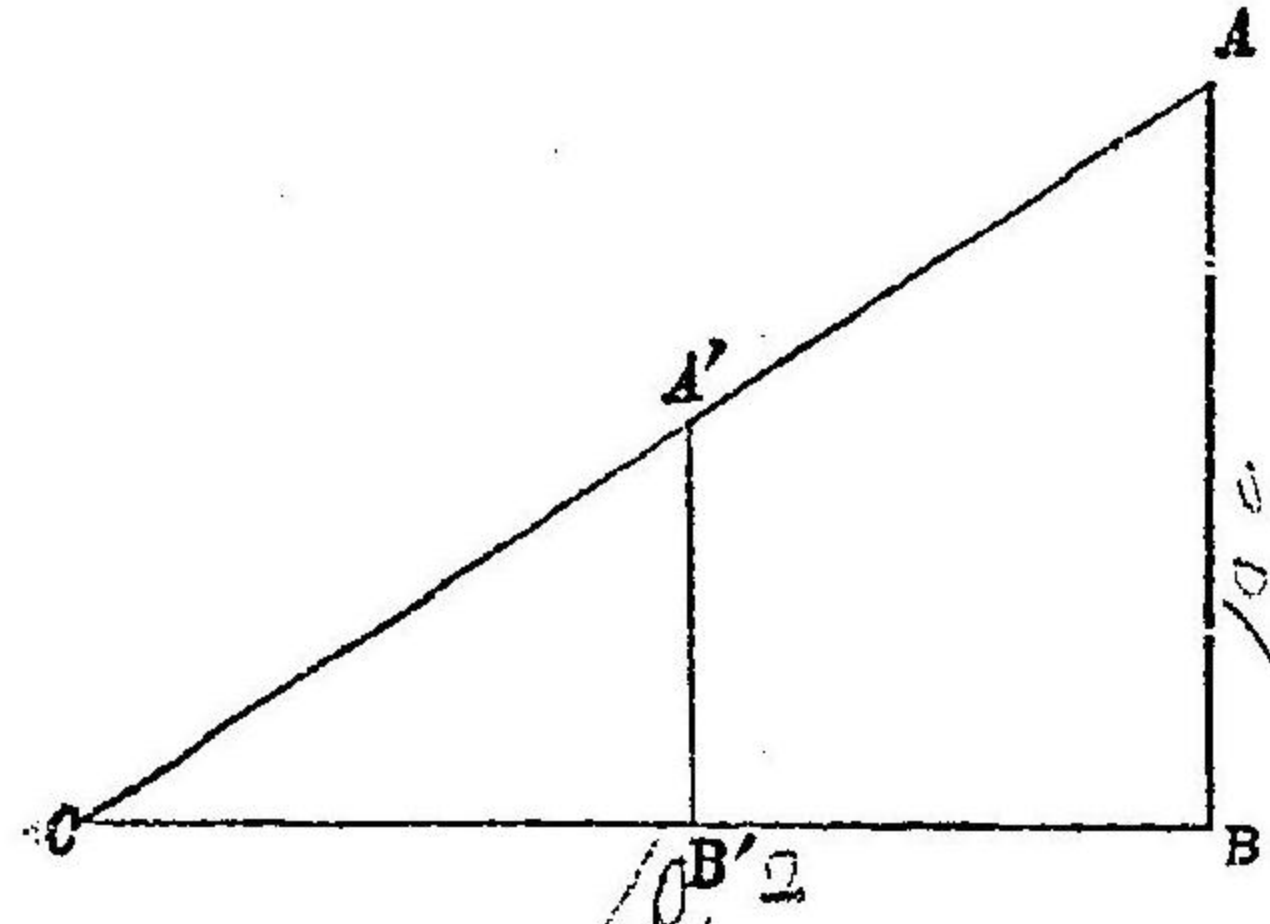
輾落セシメテ而シテ後平面上ヲ走ラシムレバ、第三振時間中ニ平面上ヲ經過スベキ距離ハC1ノ四倍即チ四sナルコトヲ知ルベシ。是ヲ以テ知ル、第一振時ノ末尾ノ速度ハ即チ二ニシテ、第二振時ノ末尾ノ速度ハ四ナルコトヲ。斯クテ同一ノ實驗ヲ續クレバ、速度ノ偶數ヲ以テ變スル理容易ニ了セラレン。但シ板面ニハ必ズ多少ノ摩擦アルモノナルヲ以テ、精密ニ茲ニ陳ブルガ如キ結果ヲ得ベキニアラズト雖、板ヲ滑ニスレバ滑ニスル程必ズ精密ナル成績アルモノナリ。

**騰體ノ減速動** 自由ニ墜落セル物體ハ、加速動ノ法則ニ從フコト既ニ述ブルガ如シ。而シテ騰上セラルル物體ハ、墜體ト正反對ノ運動即チ平等減速動ヲナスモノニテ、其推算容易ナリ。例ヘハ一個ノ石ヲ取り、一秒九八めトスルノ速度ヲ以テ之ヲ擲上スルニ、地球ハ亦一秒九八めトスルノ割合ヲ以テ此ノ石ヲ落サントスルヲ以テ、一秒ノ終リニ至リテ石ハ全ク其速度ヲ失フベク、其經過セル距離ハ四九めトスルナルベシ。今若シ其擲上ノ速度ヲ二倍シ、一秒一九六めトスルノ速度ヲ以テ上行セシムルニ、重力ハ二秒ノ後ニ全ク此ノ速度ヲ消失セシムベシ、而シテ其經過セル距離ハ前ノ四倍即チ一九六めトスルナルベシ。知ルベシ石ヲ擲上スルニ當リ、放

射ノ速度ヲ二倍スレバ四倍ノ高サニ昇ルコトヲ、故ニ三倍ノ速度ヲ與フレバ石ヲシテ九倍ノ高サニ昇ラシムルコトモ又明カナリ。  
 騰體ノ經過セル距離ヲ測定セント欲セバ加速動ノ條下ニ講ジタル三角形ノ圖式ニヨルヲ便トナスベシ。一例ヲ舉ゲンニ、一秒百メートルノ速度ニテ直進上行セシメタル石ハ、何秒時進行スベキヤ、且ツ其ノ經過スヘキ距離ハ如何ノ問題アリ。之ヲ

解センニ、先ヅ一〇〇ヲ九八ニテ除スベシ、然ラハ一秒毎ニ九八メートルノ速度ヲ失フベキガ故ニ全ク上行スベキ秒數ヲ得ン。  
 $100 \div 9.8 = 10.2$

圖六十三第



即チ此ノ體ハ殆ト一〇二秒時間運動スルコト明カナリ。  
 上圖ニ於テA B 一〇〇メートルとシ、C B 一〇二メートルとシ、經過スヘキ距離ハA B C ノ三角形ナルヲ以テ左式ヲ得

$$\frac{AB \times BC}{2} = \frac{100 \times \frac{100}{9.8}}{2} = 510 \dots$$

右キ公式ヲ以テ算スルモ同一ノ結果ヲ得ベシ。

$$S = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times (10.2)^2 = 510 \dots$$

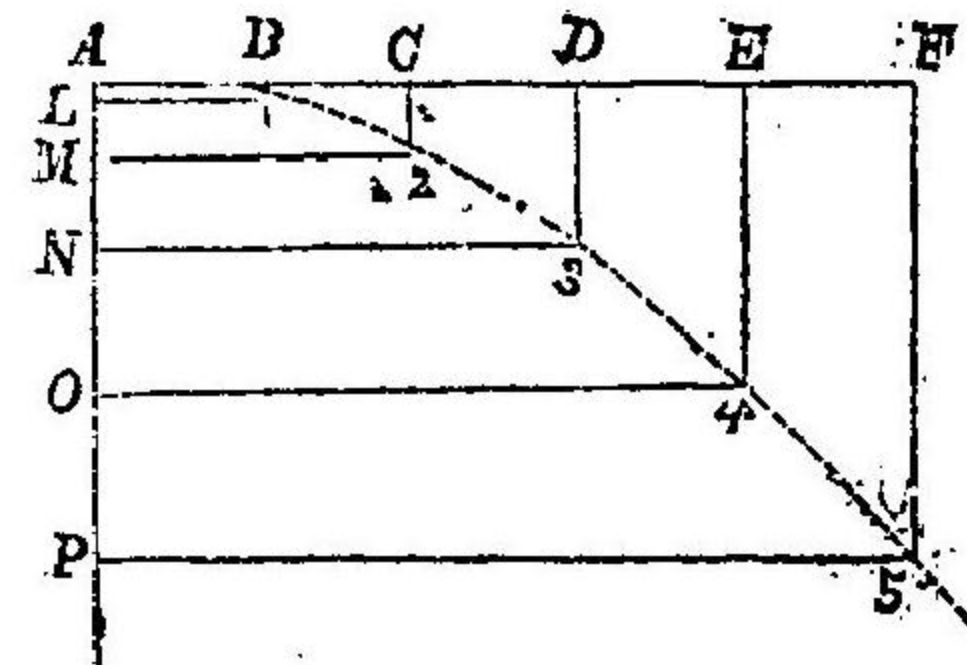
又同一問題ニ於テ、若シ同體ガ五秒時間騰上シタリトスレバ、更ニ何程メートルとシテ進ミ得ベキ速度ヲ餘スヤノ問題アリトセンニ、前圖ノB B'ヲ五秒トスレバ、A B'ハ猶ホ餘ス所ノ速度ニシテ、C B'ハ餘ス所ノ時間、A B' C 三角形ノ積ハ更ニ騰上シ得ベキ距離ナリトス。

此ノ理ヲ推セバ種々ナル騰體ノ問題ヲ解シ得ベシ。又三角形ノ積ニテ距離ヲ知ルノ法ハ、加速動ノ條ニ講ジタル理ヨリ來ル。但シ以上ハ素ヨリ理論上ノ計算ニテ、空氣ナキ所ニ於テ然ルベシト云フモノナリト知ルベシ。

### 第七章 擲物動、振子、圓運動

**擲射物ノ運動** 如何ナル角度ヲ以テスルニ論ナク、空中ニ擲射セル物體ノ運動ヲ擲物動ト云フ。第三十七圖ニ於テ見ルガ如ク、Aヨリ水平ニ一個ノ彈丸ヲ射撃シタリト假定スヘシ、若シ重力ノ作用ナケレハ第一運動則ニ由リテ、此ノ彈丸ハA B 線ノ方向ヲ指シ、一定時間ニ一定ノ距離ヲ經過シツ、直進セン。今假リニ彈丸ハ

圖七十三第

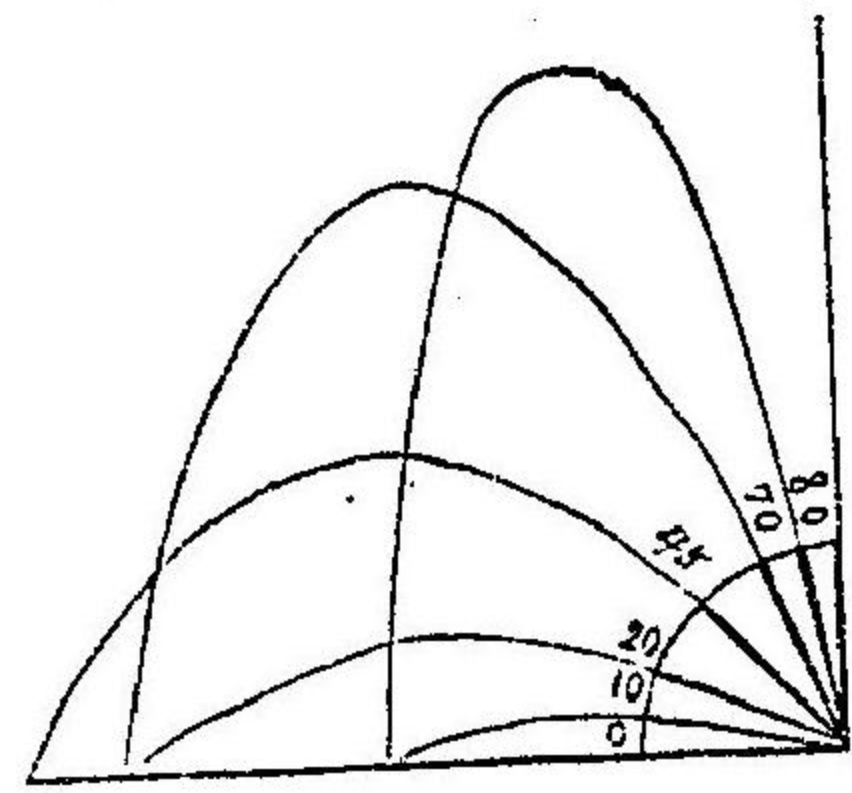


一秒時ニA Bノ距離ヲ經過ストズレハ、二秒時ノ終リニハCニ達シ、三秒時ノ終ハリニハDニ達スベシ。又Aヨリ彈丸ヲ直チニ墜落セシメンニ、他ニ之レニ作用スルノ力ナク、單ニ重力ノ作用ノミニテ落チ下ルルハ、加速動ヲナシ、A L、L M、N O等ノ距離ヲ經過スベシ。其ノ距離ノ比例ハ一、三、五、七ノ奇數ニ由テ變スヘキハ前章ニ述ブルガ如シ、然ルニ彈丸ノ此等ノ二力即チ一ハ水平ニA Dノ方向ニ進メントシ、他ノ一ハ鉛直ニA Pノ方向ニ落トサント

スルニツノ力ニ作用セラル、者トセバ、第二運動則ニ從テ兩力ノ合成力ノ働ク路ヲ通過スヘシ、故ニ第一秒時ノ終リニハ1ニ達シ、第二秒時ノ終ハリニハ2、第三秒時ノ終ハリニハ3ニ到達スルカ如ク、其ノ運動ノ路ハ凡ベテ一種ノ曲線形トナスヘシ、此ノ曲線ヲ名ツケテ擲物線ト云フ。

若シ水平ニ對シ種々ノ角度ヲナサシメテ斜メニ放射セシムレハ、其ノ經過スヘキ擲物線ハ擲射角度ノ如何ニ由リテ種々ノ形狀ヲナスコト第三十八圖ニ示スガ如

圖八十三第



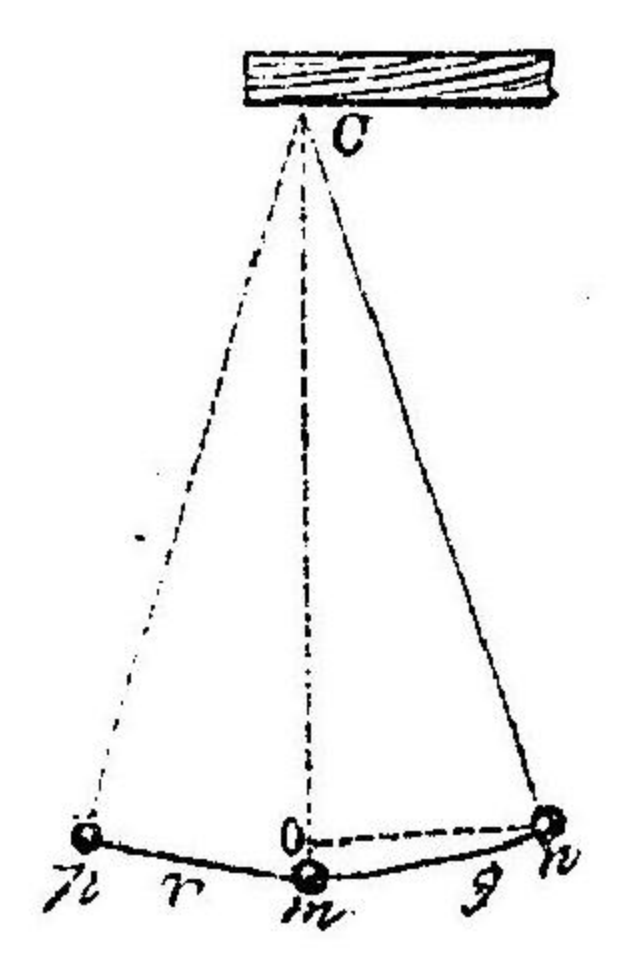
シ、而シテ最モ遠キニ達スルハ四十五度ノ角度ニテ放射シタル時ニアリトス。尤モ空氣ノ抵抗ヲ算セズシテ云フモノナルガ實際ニ於テ空氣ノ抗抵アルガタメ、水平ト四十度弱ノ角度ニテ擲射シタルモノハ最モ遠キニ達スヘシト云フ。

次ギニ擲射物ノ運動時間ニ就キテ一言スベシ。水平ニ射撃シタル彈丸ノ地上ニ達スル時間ハ、恰モ同處ヨリ直ニ墜落セシメタルモノ、地上ニ達スル時間

ニ同ジ、又斜メニ擲上セラレタル物體ノ地上ニ達スル時間ハ、其ノ最高所ヨリ墜チ下ル時間ノ二倍ニ同シ、但シ空氣ノ抵抗ヲ算入セズ。

**振子** 振子トハ重錘ヲ震動シ得ラル、様ニ吊鎚シタルモノニテ一片ノ重體ニ糸ヲ附シ、之ヲ吊リ下グレハ即チ一箇ノ振子ヲナス。此ノ重體ハ重力ニ感シテ下ニ落チントスルノ傾向ヲ有スルヲ以テ靜定ノトキニハ其重心ハ常ニ最下ノ位置ニアルベク、又之ヲ吊ル所ノ糸ハ鉛直ヲナスベシ。若シ第三十九圖ノ如ク小體ヲ引キ

第三十九圖



上ケ之ヲ  $n$  ニ致シ、而シテ後之ヲ放テバ、此ノ體ハ靜定スルコト能ハス。運動ヲ始ムヘシ、而シテ其下リテ  $m$  ニ達スルヤ、恰モ  $o$   $m$  ノ距離ヲ直下シタルトキト同一ノ速度ヲ得ベキモノニテ、此ノ速度ヲ以テ更ニ運動ヲ始メ、 $m$   $p$  ノ方ニ進マン。但シ  $n$  ヨリ  $m$  ニ下ル際ニハ加速動ヲナシ、 $m$  ヨリ  $p$  ニ上ルルハ減速動ヲナス故ニ、振子ノ  $p$  ニ近接スルヤ次第ニ其ノ速度ヲ減ジ、遂ニ  $p$  ニ至リテ上行ヲ止ム、而シテ  $m$   $p$   $t$   $m$   $n$  ノ距離ハ空氣ノ抵抗ナケレハ同一ナラサルベカラズ。斯ク  $n$  ニ達シタルノ時振子ハ再ビ下行ヲ始ムルコト恰モ最初  $m$  ヨリ下レルトキニ異ナルコトナシ、是レ振子ノ重量ハ再ビ之ヲ落トサントスルカ故ナリ。斯クテ振子再ビ  $n$  ニ達シ、更ニ  $p$  ニ到ルカ如ク、前後ニ永ク運動ヲナスモノナリ、之ヲ振子ノ振動ト云フ。而シテ其ノ  $n$  ヨリ  $m$  ニ至ルノ運動若クハ  $p$  ヨリ  $n$  ニ至ル迄ノ運動ヲ振子ノ一振ト云フ、故ニ  $n$  ヨリ  $p$  ニ到リ更ニ  $p$  ヨリ  $n$  ニ返レハ振子ハ二振ヲナセリト云フ、又  $n$   $o$   $p$  角ヲ振動角ト稱ス。空氣ノ抵抗ハ振子ノ運動ヲ妨クルカ故ニ、振子ノ振動角ハ次第ニ減シ、遂ニ其ノ

運動停止スルモノナリ。

**單振子、複振子**

單振子トハ一點ヨリ成ル所ノ實體ヲ重量ナキ糸ニテ吊籠シタルモノヲ云フ、斯ノ如キ振子ハ實際ニ於テ存在スヘキ筈ナシ、是レ單ニ想像上ニ屬スルモノナリ、尤モ微小ナル重體ヲ非常ニ細キ絹糸ニテ吊ルシタルモノヲ單振子ト見做シテ可ナリ。

人類ノ製作ニ係ル一切ノ振子ハ悉ク複振子ナリ、時計ノ振子等ノ如キ是レナリ。而シテ其形狀ハ種々アレドモ、通常時計等ニ仕掛ケアルモノハ第四十一圖ニ示スガ如ク、一個ノ細キ金屬棍ニ重錘ヲ下ケ、金屬棍ノ上端ハ摩擦少ナク且ツ彈力ヲ與ヘテ容易ニ振動シ得ヘカヲシメタルモノナリ、又重錘ノ形狀ハ成ルベク空氣ノ抵抗ヲ避クル様ニ注意シテ作りタルモノナリ。

**振子振動ノ規則**

振子ノ振動ハ左ノ規則ニ從フモノトス。

- (一) 同一ノ振子ニアリテハ其ノ振動時間ハ振動角即チ變形ノ大小ニ關セズ、但シ此ノ法則ハ非常ニ過大ナラサル振動角ニ就テ云フモノナリ。
- (二) 長短等シカラサル振子ニ在テハ其ノ振動時間ハ凡テ長サノ平方根ニ正比例ス。

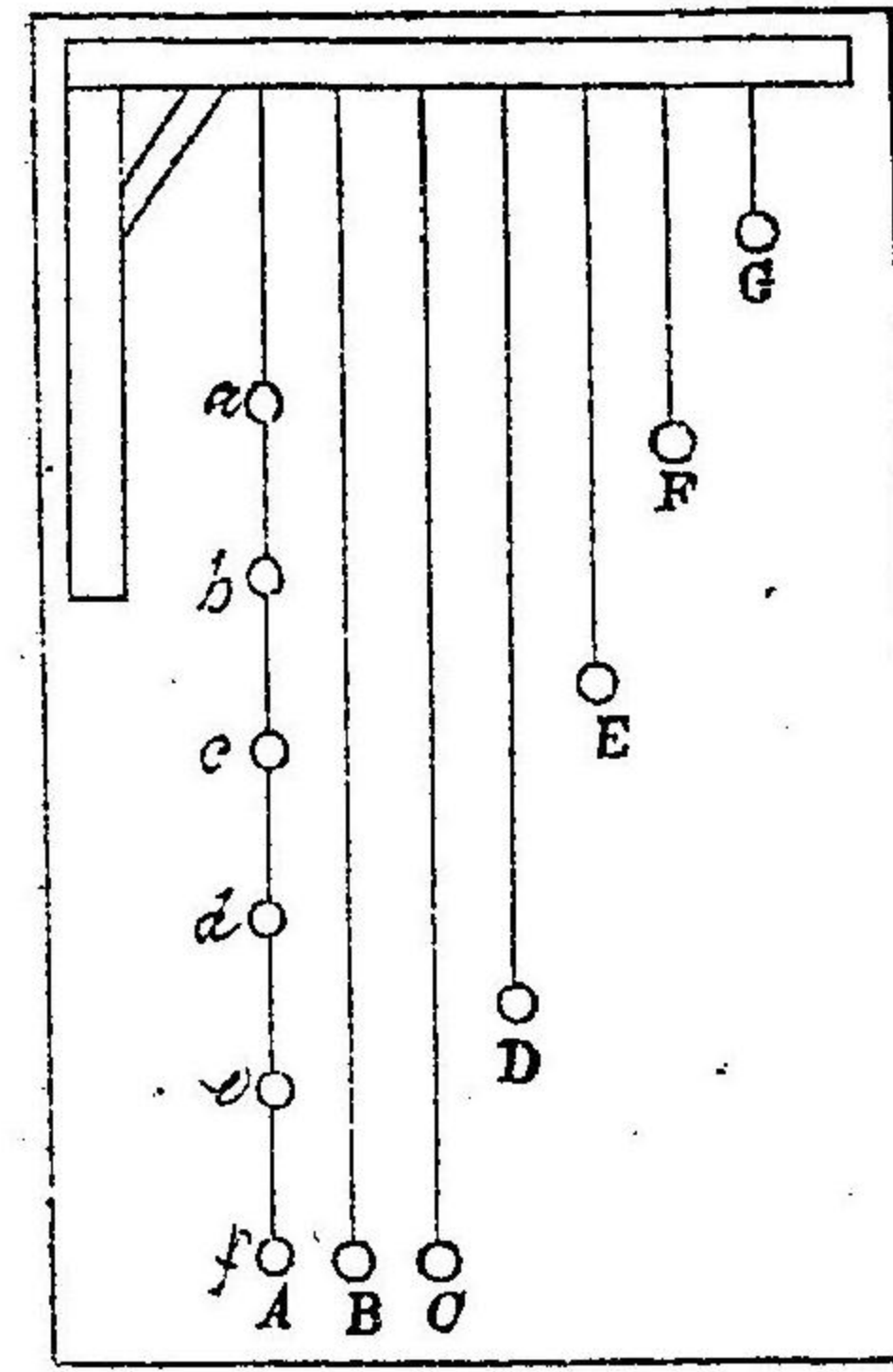


(三) 同シ長サノ振子ニ在リテハ其ノ搖錘ハ如何ナル物質ヲ以テ作ルモ、振動時間ハ其ノ物質ノ重量ト性質トニ關セサルモノトス。

(四) 地球上種々ナル場所ニ於ケル同一振子振動ノ時間ハ、其等ノ場所ニ於ケル重力ノ平方根ニ反比例スルモノナリ。

以上ノ法則ハ單振子ニ就キテ數理上測定シタルモノニ係ル、而シテ稍々之ヲ證スベキモノハ第四十圖ノ裝置ナルベシ。今數多ノ重體ヲ糸ニテ吊ルシ、同長ナルBト

第十四圖



Cトニ就キ、一チハ大ナル彎形ヲナシテ振搖セシメ、他チハ小ナル彎形ニテ振搖セシムヘシ、サスレハ兩者ハ同時間ニ同數ノ振動ヲナスベシ、故ニ第一ノ法則アリ、但シ彎形甚大ナレハ少シク遲延スト雖、其ノ差微少ニシテ容易ニ之ヲ認ムルコト能ハザルモノナリ。

次ギニ四十圖ノ振子ヲ皆悉ク振搖セシ

ムベシ、BトCノミハ振搖スル時間等クシテ、他ハ等シカラズ、若シBノ長サチ一メートルトシ、Eノ長サチ四分ノ一メートルトスレバ、Bハ一分時間ニ殆ト六十振即チ一秒時ニ一振ヲナシ、Eハ一分時ニ百二十振ヲナスヘシ、若シGノ長サニシテBノ九分ノ一ナランニハ、其ノ振動數ハBノ三倍ナリ、是レ第二ノ法則ヲ證ス。

同シク第四十圖ニ於テBチ鉛ノ球トシ、Cチ木球トセンニ、其ノ振搖スル時間ハ等一ナルベシ、故ニ第三ノ定理アリ。

第四ノ理由タル、振子ノ振動ハ地球ノ引力ニ由テ起ルモノナレハ、赤道地方ノ如ク引力ノ弱キ所ニ於テハ少シク遲延スルモノニシテ、ソレヨリ次第ニ南北ノ極地ニ近クニ隨ヒ引力ノ強キヲ致スヲ以テ、少シク増加ス、又高山ニ至リテ振搖セシムレハ振搖時間同シク遲延ス。

複振子ノ長サ

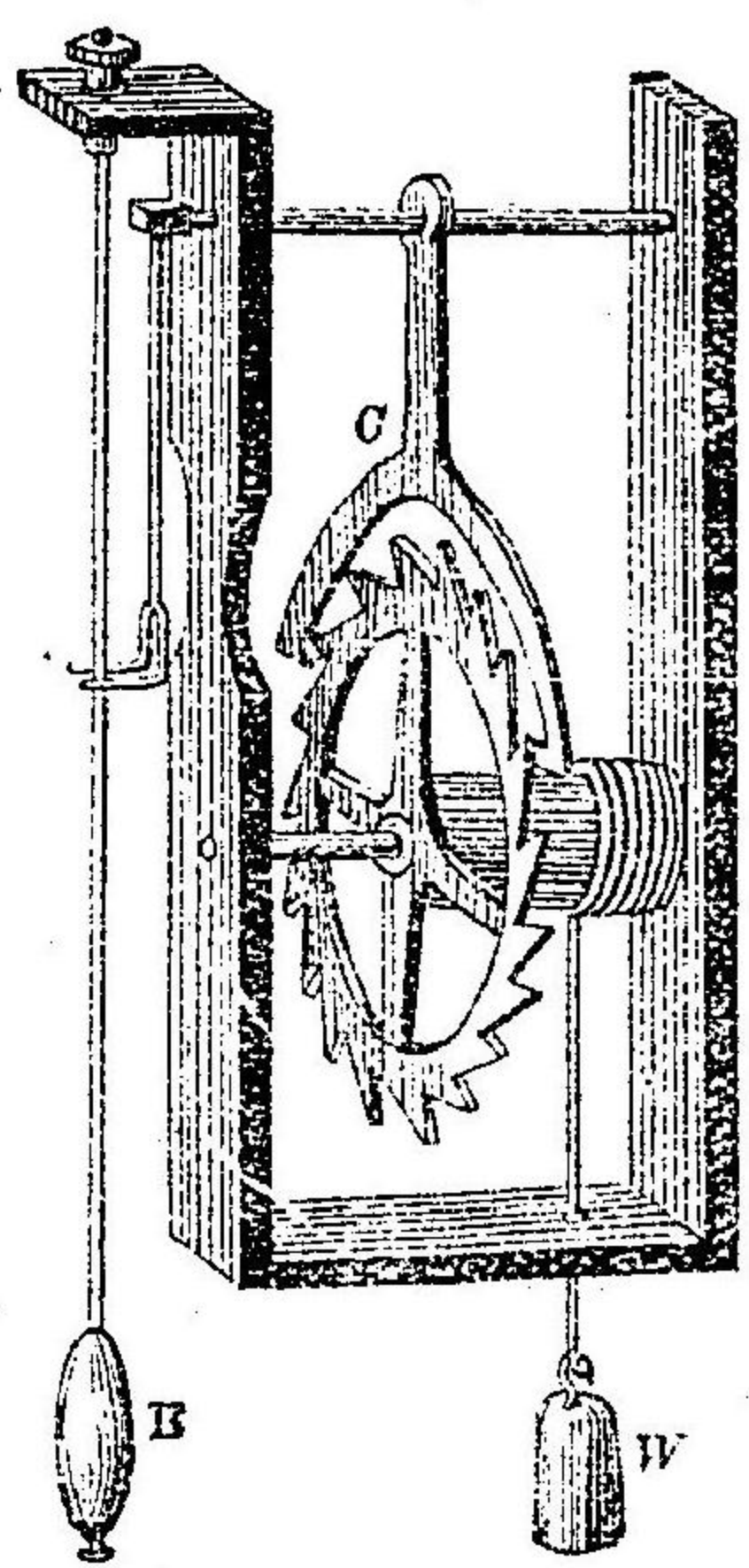
第四十圖

ノAハ複振子ノ一例ナリ、其ノ長サハBニ等シキガ故ニ、最下ノ錘ハB及ビCト同一ノ振動ヲナサント欲スルモ、上部ニアルモノハ速力ナル振動ヲナサント欲スル傾向アリ、故ニ上方ニアルモノハ急ナル運動ヲナサントシ、下方ニアルモノハ緩慢ナル運動ヲナサントスルモ、元ト相聯結シタルモノナルヲ

以テ互ニ平均シテ遂ニ中間ノ速度ヲ生シ、Aハ此ノ中間ノ速度ニテ振動スヘシ。此ノ際、B振子ノ糸ヲ縮メテAト同一ノ振動ヲナスニ至ラシムレバ、Aナル複振子振動ノ中心ハB錘ノ位スル處ト同一ノ位置ニアリ、而シテ懸點ヨリ此ノ中心點ノ距離ヲAナル複振子ノ長サト云フ。時計等ニ仕掛ケアル振子ハ複振子ナルコト勿論ナレバ、其ノ振動ノ中心及ビ振動上ノ長サヲ知ラント欲セハ此ノ方法ニ依ラサルベカラズ。

**振子ノ應用** 振子ノ最モ要アル効用ハ其ノ振動時ノ均等ナルヲ以テ、時計ニ適用スルニアリ。第四十一圖ハ即チ此

第十四圖

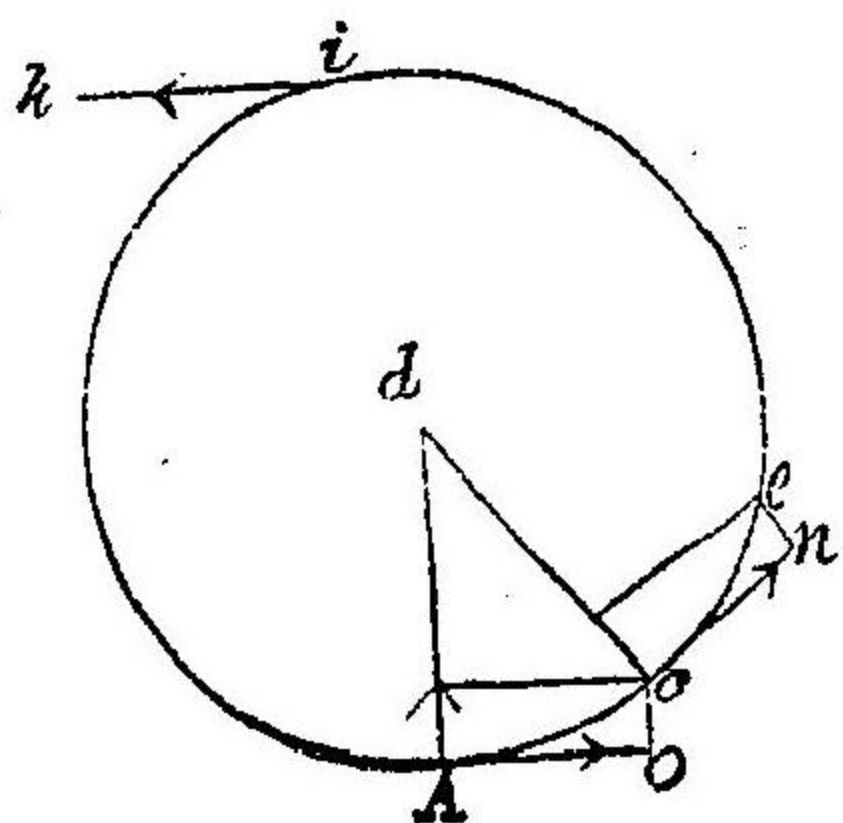


ノ用ニ供スル振子ノ一例ナリ。Bハ振子ノ錘、Cハ齒輪ニ抵觸スル一種ノ機ナリ。Wナル錘ノ下行セントシ、機輪ヲ周匝セル索ニテ齒車ヲ廻轉スルニ方リ、C機ノ鈎ハ之ヲ妨グ、而シテ振子ノ振動毎ニ一定時ヲ隔テ、正シク齒車ヲ廻轉セシム、此ノ齒車ノ運動種々ノ車ニ傳ハリテ遂ニ時錶ノ運動ヲ起スナリ。

**圓運動**

動ノ第一則ニ曰ハク、一度運動セル物體ハ他ニ之ニ作用スルノ力ナケレバ同一ノ速度ヲ以テ直進スルモノナリト、故ニ一物體ノ直線ナラザル方向例ヘバ曲線路ヲ通過スルモノアリトスルニ、此ノ物體ノ直進セザルハ、他ニ間斷ナク之ニ作用シ、其ノ直線路ニ進マントスルノ傾向ヲ碍グル力アル所以ニ歸スベシ、而シテ其ノ一例ハ既ニ講述セル擲射物ノ運動ニアリ。本節ニ於テハ圓運動ニ就キテ考究スル所アラントス。糸ノ一端ニ石ヲ附シ、他ノ一端ヲ持シテ之ヲ廻轉スルガ如キ又ハ天體ノ運動ノ如キハ即チ圓運動ノ例ナリ。始メ

第二十四圖



ノ例ニ於テ迅速ニ石ヲ廻轉セシメツ、アル際ニ、糸ノ切斷スルコトアレバ、石ハ直線路ヲ求メテ飛走スルモノニシテ、其ノ直線路ハ糸ノ切レタル所ニ於テ圓路ニ接線ヲナスモノタルベシ。又石ヲ糸ニ附着シテ廻轉スルノ際ニハ常ニ圓路ヲ離レテ接線ノ方向ニ走り去ラントシ、糸ハ又石ヲ緊結シテ強ヒテ中心ヲ周リテ循環セシメントス、此ノ糸ノ緊着カヲ求心力ト稱シ、石ヲシテ接線ノ方向ニ走ラシメントスル力ヲ遠心力ト云フ。

但特ニ遠心力ト指稱スベキ力存在スルニアラズ、物ノ廻轉ノ際、慣性ノ理ニテ飛走セントスルノ傾向ヲ指シテ、假リニ遠心力ト名ツケタルモノナリ。

第四十二圖ニ於テ、平等ナル速度ヲ以テ圓路ヲ廻轉スル一體Aアリ。此ノモノ若シ單ニA dノ方向ニ働ク所ノ力ニ作用セラレザレバ、A oナル接線ヲ沿フテ走ルヘシト雖、同時ニ糸ノ緊着力ノ之ヲ支フルアルトキハ、其ノ方向變シテA eトナリ。e點ニ於テモ、慣性ハ尙ホ此ノ體ヲシテo nノ方向ニ走ラシメントスルモ、糸ノ中心ニ連結セシムル力アルガ故ニ又e eノ方ニ回ハルナリ。斯ク中心ニ附隨セシメントスル求心力及ビ接線ノ方向ニ走ラシメントスル遠心力ナルニ力ノ合成力ハA體ヲシテ圓路ニ轉回セシムルニ至ル。圖中o e n eハ求心力ヲ示シ、A o e nハ遠心力ヲ示ス、而シテA體廻轉ノ際、其ノiニ來リタルトキ、糸ノ斷絶シテ求心力ノ作用止ムコトアレバ、此ノ體ハ均等ノ速度ヲ以テi hナル接線ノ方向ニ直進スベシ。

廻轉體ニ於テ、廻轉ノ速度強ケレバ、從テ其ノ求心力モ亦強カラザルベカラズ、今若シ彈條衡第一圖ニ重錘ヲ垂レ、之ヲ廻轉セシムルニ、一秒時ニ三十廻轉ヲナサシメ

タルトキニ彈條衡ニ四斤ノ重量ヲ感ジタリト假定スレバ、若シ其ノ速度ヲ増シテ二倍トスレハ、彈條衡ニ於テ十六斤ノ重量ヲ感ゼン。之ト反シテ重錘ノ重量ヲ二倍シテ速度ヲ始メト同一ニスレバ、彈條衡ニ於テ二倍ノ重量ヲ感スベシ。故ニ知ルベシ圓運動ニアリテ、求心力ハ廻轉ノ速度ノ自乗ニ正比例シ、重錘ノ重量ニ正比例スルモノナルコトナリ。且ツ夫レ同一廻轉體ニアリテハ、其ノ軸部ヲ離ル、コト最モ遠キ點ハ速度大ナル理ナリ、故ニ地球ノ赤道ニ在ル物體ハ、他ノ部分ニ在ル體ヨリハ一層強大ナル速度ニテ日々廻轉セシメラル、モノナリ。サレバ赤道ニアルモノハ他ノ部分ニアルモノヨリハ地面ヲ離レ去ラントスルノ力稍大ナルベク之ガタメニ重力ノ幾分ヲ減殺セラレ、體重ハ從テ輕キヲ致スベシ。實驗ニヨルニ兩極ニ於ケルト、赤道ニ於ケルトニテ物ノ重量ニ二百八十九分ノ一ノ差異アルベシト云フ。サレバ兩極ニ於テ二百八十九斤ノ重量アルモノハ、赤道ニ來レバ二百八十八斤ト減ズル割合ナリ。而シテ二百八十九斤ノ自乘數ニ當ルヲ以テ、若シ地球廻轉ノ速度増シテ現在ノ十七倍トナレバ、遠心力ト重力ト相平均シ、赤道地方ニ在ル物體ハ全ク重量ヲ有セザルニ至ルベキ理ナリ。

地球ハ眞球體ニアラズシテ、南北兩極ハ赤道ヨリモ中心ニ近ク、之ガタメ同質量ノ體重兩極ニ於テハ其ノ赤道ニ於ケルトキヨリモ五百九十分ノ一重シ、之ニ前ノ二百八十九分ノ一ヲ加ヘ、得ル所ノ百九十四分ノ一ハ、兩極ニ於ケル物體ノ赤道ニ至リテ失フベキ重量ナリトス。

### 第八章 動作及ビ勢

動作トハ何ゾヤ 運動體ハ自ラ其ノ速度ヲ變ジ、或ハ其ノ方向ヲ變ズルコト能ハザルハ屢述アル所ナリキ。サレバ若シ動體ニシテ此ノ類ノ變化ヲ生ジタリトスレバ、外力ノ影響ニ由リテ然ルコト勿論ナリ。運動ノ變化ハ必ズ力ノ誘起スル所ナリト雖、力ノ作用ニシテ物ノ運動ニ變化ヲ與ヘザルノ例亦頗ル多シ、例ヘバ漁船アリ、同一ノ速度ヲ以テ駛走ストセンニ蒸氣ノ力ハ更ニ船ノ速度ニ變化ヲ及ボスコトナク、單ニ水ノ抵抗ニテ船ノ運動ヲ變セントスルノ影響ニ反抗スルノミ、又均等ノ速度ニテ走ル所ノ漁車ニ於テハ、蒸氣力ノ作用ハ單ニ摩擦及ビ空氣ノ抵抗ノ、漁車ノ速度ヲ變セントスル作用ニ反抗スルノミ。

斯クテ吾人ハ力ノ作用ニ二種ノ別アルコトヲ認ム、一ハ物體ノ運動ヲ變化スルノ

作用ニシテ、他ノ一ハ物體ノ運動ヲ止メントスルモノニ多少ノ反抗ヲ與フル作用即チ是レナリ、而シテ力ノ此ノ二種ノ作用ヲ名ヅケテ動作ト云フ。人力ガ馬力、蒸氣力其ノ他何等ノ力ヲ以テスルモ、亦何如ナル器械ヲ使用スルモ、一切ノ動作ハ物體ノ運動ヲ誘起スルモノナルカ、若クハ物體ノ運動ヲ碍止セントスル抵抗ニ反抗スルモノナルカノ二類ニ出デザルナリ。

### 動作ノ測量

動作ノ定義ハ既ニ述ブルガ、如シトセバ、動作ノ量ヲ測定セントスルニハ其ノ物體ヲ運動セシメタル距離ト其ノ運動ノ際遭會シタル抵抗ノ量トヲ測定セザルベカラス。一ノ力アリテ物體ノ運動ヲ誘起スレバ、此ノ力ハ即チ動作ヲナシタルモノニテ運動ヲ誘起セザレバ動作ナルモノアルコトナシ、例ヘバ吾人ハ將ニ墜落セントスル物體ヲ支掌シテ大ニ疲勞ヲ感ズベシト雖、此ノ際吾人ハ動作ヲナシタリト云フコト能ハザルナリ、何トナレバ吾人ノ筋力ハ何等ノ運動ヲモ誘起セザレバナリ。サレバ動作ヲ量ルニ運動セル距離ト運動ノ際遭會セル抵抗トヲ測リテ知ルベキコトヲ了解スベシ。而シテ一切ノ動作ヲバ通例物體ヲ舉グルノ動作ニ改算シテ測定スルナリ、乃チ動作ヲ測ルノ基礎ヲ物ヲ舉グルノ動作ニ取ル、

後文ニ詳カナリ。  
動作ノ單位馬力 佛制度量衡ニ從ヘハ、一きろぐらむノ重量アル物ヲ一め

一とする舉グル力ヲ動作ノ單位ト定メ、之ヲ名ツケテきろぐらめ一とするト云フ。サレハ五きろぐらむノ物體ヲ一め一とする舉グルノ動作及ビ一きろぐらむノ物體ヲ五め一とする舉グルノ動作ハ共ニ五きろぐらめ一とするニシテ、九きろぐらむノ物體ヲ八め一とする舉グル動九ハ七十二きろぐらめ一とするナルガ如ク、凡ベテ重量ニ距離ヲ乘ジ以テ動作ノ量ヲ測定スベシ。又英式ニヨレバ一封度ノ重量アルモノヲ一英尺舉グル力ヲ單位トシ之ヲ名ケテふうとばうんと云フ。而シテ兩式ノ單位ヲ比スレバ、一きろぐらめ一とするハ七二四ふうとばうんとニ該當シ、一ふうとばうんとハ正ニ〇・一三八一きろぐらめ一とするニ該當ス。

次ギニ吾人ハ他種ノ動作ヲ物ヲ舉グルノ動作ニ改算シテ比較スルノ方法ヲ述ベントス。例ヘバ人ノ木ヲ挽クアリ、此ノ人ノ鋸ニ反對スル木ノ抵抗ハ平均十二きろぐらむニテ、之ヲ動カシタル距離ハ十め一とするニ均シトシ、又別ニ一ノ彈丸アリテ平均二百きろぐらむノ抵抗ヲ與フル木板ニ二せんちめ一とする突入セリトシ兩者

ノ動作ヲ比較スルニ、木挽ノ動作ハ十二きろぐらむノモノヲ十め一とするノ高サニ舉グルト同一ニシテ、即チ百二十きろぐらめ一とするナリ。次ニ彈丸ノ動作ハ二百きろぐらむノモノヲ二せんちめ一とする即チ〇・〇二め一とする舉グルニ等シク、即チ四きろぐらめ一一とするナリ。因テ木挽ノ動作ハ彈丸ノ動作ニ三十倍スルヲ明カナリ。實驗上ノ推算ニヨルニ、平均馬ハ一分時間中ニ四千五百七十きろぐらめ一とする即チ三萬三千ふうとばうんとノ動作ヲナシ得ベシト云フ。故ニ一分三萬三千ふうとばうんとノ動作ヲナスノ力ヲ一馬力ト名ヅケ、凡テ蒸氣器械ノ如ク、大ナル器械ノ動作力ヲ測ル時ニハ馬力ヲ單位トシ稱シテ幾馬力ノ器械ト云フ。例ヘバ三十秒時ニ三萬三千ふうとばうんとノ動作ヲナシ得ル器械ヲ二馬力ノ器械ト稱シ、一秒時ニ同量ノ動作ヲナシ得ル器械ヲ六十馬力ノ器械ト呼ブノ類ナリ。

勢 動作ヲナシ得ル力ヲ勢ト云フ。故ニ勢ノ量ハ動作ノ量ニヨリテ測ルベシ、凡テ動體ハ其ノ固液氣何レノ態ヲ有スルヲ論ゼズ、必ズ幾分ノ勢ヲ有スルモノナリ。何トナレバ是レ多少ノ動作ヲナシ得ル効力ヲ保有スルヲ以テナリ。而シテ勢ニハ二種ノ状態アリ、潛勢及ビ顯勢是レナリ。高所ニ停止スル物體ノ如ク、其ノ下降スル

ニ際シテハ能ク勢ヲ顯ハシ、動作ヲナシ得ルモ、其ノ停止ノ間ハ何等ノ動作方ヲモ有セザルガ如キ狀ヲナスモノハ潜勢ヲ有スト云フ、即チ勢ノ未ダ顯ハレザルモノヲ有ストノ意ニ取レルナリ、之ト反シテ實際ノ運動ノ如ク、現ニ其ノ動作ヲ表顯シツ、アル體ハ顯勢ヲ有スト云フ。

**勢ト運動量トノ別** 勢ト運動量トヲ區別スルタメ一例ヲ舉グベシ三十々

らひノ重量アル彈丸ヲ四きろぐらひノ重量アル鐵砲ヨリ一秒九十八めーとるノ速度ニテ放チタリトシ、銃丸ト鐵砲トノ勢及ビ運動量ヲ測定スルコト左ノ如シ。  
 銃丸ノ運動量ハ速度ト重量ノ乘積ニシテ二九四 ( $.03 \times 98 = 2.94$ ) ナリ而シテ此ノ銃丸ヲ鉛直ニ放上スレバ一秒時ニ九八めーとるノ速度ヲ減ズルガ故ニ十秒時間 ( $98 \div 9.8 = 10$ ) 昇ルコトヲ得ベク斯クテ全ク其ノ勢ヲ失フニ至ルマデニハ四百九十九めーとる ( $4.9 \times 10^2 = 490$ ) ノ距離ヲ經過スベシ、而シテ其勢ハ一四七きろぐらめーとる ( $.03 \times 490 = 14.7$ ) ナルコト明カナリ。又鐵砲ノ運動量ハ動ノ第三則ニ依レバ銃丸ノ運動量ニ均シト云フ、即チ二九四ニシテ其反對ノ方ニ向フ速度ハ一秒〇七三五めーとる ( $2.94 \div 4 = .735$ ) ナリ假リニ此銃砲ヲ鉛直ニ放上セシメタリトセバ〇七五

秒時間 ( $.735 \div 9.8 = .075$ ) 昇ルベク、其昇ルベキ高サハ〇〇二七六六めーとる ( $4.9 \times .075^2$ ) ニシテ、其勢ハ〇一一〇二きろぐらめーとる ( $4 \times .02766 = 1.102$ ) ナルベシ。  
 故ニ知ルベシ兩者ノ運動量ハ等キモ勢ニ於テハ然ラズ銃丸ノ勢ハ鐵砲ノ勢ニ比スレバ百三十三倍三分ノ一 ( $1.17 \div 1.102 = 1.33$ ) 大ナルコトナリ。

**勢ノ公式** 擲上セラルル物體ノ速度ヲ知リテ其ノ騰ルベキ距離ヲ算スル法ハ

既ニ之ヲ説ケリ、故ニ之ニ由リテ勢ヲ知ルコトヲ得ベシト雖、勢ヲ算定スルノ簡便法アリ、加速動ノ公式ニヨレバ速度ハ加速度 ( $g$ ) ト時 ( $t$ ) ノ乘積ニ等シ、即チ

$$v = gt$$

ナルガ故ニ左式ヲ得、

$$t = \frac{v}{g} \quad \text{或ハ} \quad v^2 = \frac{v^2}{g^2}$$

又距離ヲ知ルノ式

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

ニ於テ、 $t^2$  ニ  $\frac{v^2}{g^2}$  ナ代用スレバ

$$s = \frac{1}{2}g \times \frac{v^2}{g^2} = \frac{v^2}{2g}$$

トナル、而シテ物體ノ勢ハ高サニ重量ヲ乘ジタルモノニ等シケレバ、若シ高サヲS  
トシ、重量ヲWトスレバ勢ハ左ノ式ニテ知ラル。

$$勢 = WS = \frac{WV^2}{2g}$$

乃チ知ル、重量一定ナル物體ニアリテハ其ノ勢ハ速度ノ自乗ニ比例スルコトヲ、實  
驗上之ヲ證スル法アリ。桶ニ柔カナル粘土ヲ平カニ盛リ一ノ銃丸ヲ取リテ二分ノ  
一めーどるノ高サヨリ之ヲ落トセバ、幾分カ粘土ニ入り込ムベシ、又此ノ彈丸ヲ取  
リテ再ビ四倍ノ高所即チ二めーどるノ高サヨリ落トシ、其ノ得了スベキ速度ヲ二  
倍ナラシメバ四倍深ク入り込ムベシ。

是レニ由リテ速度ヲ二倍スレバ勢ハ四倍トナリ、之ヲ三倍スレバ九倍トナルコト  
ヲ解スベシ。之ニ反シテ運動量ハ速度ニ正比例ス、即チ速度二倍スレバ運動量二倍  
シ、速度三倍スレバ運動量三倍ス、是レ勢ト運動量トノ相異スル所以ナリ。一箇ノ彈  
丸飛ビ來リテ一枚ノ板ヲ貫キタリトセンニ同ジ彈丸ニ二倍ノ速度ヲ與フレバ同  
一ノ板四枚ヲ貫クベシ、氣體ノ如キ輕體ト雖、其速度大ナルトキハ大ナル勢ヲ現ハ  
ス所以ハ此ノ理ニ由レリ。

勢ノ種類 動作ナル文字ノ意義ハ理學ノ進歩ト共ニ大ニ其包含スル所ノ區  
域ヲ擴ゲタリ、動作ト云ヘバ專ラ覺知的運動ヲ生ズルコトノミニ限ラズ、熱、電氣等  
凡ベテ理學的諸力ノ營爲スル所モ又正シク動作ト稱スベキモノナリ。而シテ動作  
ノ意義ノ擴展スルト同時ニ、勢ノ意義モ亦從テ廣キヲ致セリ、故ニ其定義ハ寧ロ理  
學的變化ヲ生ジ得ルノ能力ト云フヲ以テ適當ト思考セラル。今廣キ勢ノ意義ニ從  
テ其ノ種類ヲ枚擧スルニ概テ下ノ如シ。

- ①、筋肉勢。牛馬ノ車ヲ挽キ、人ノ勞動スル等、是レ此ノ勢ノ然ラシムル所ナリ。
- ②、化學力上ノ勢。物ノ化學親和力ニ基ク所ニシテ、物質抱合ノ際ニ光、熱、電氣等  
ヲ現出シ或ハ火藥ノ如ク爆發ノ際ニ彈丸ヲ飛走セシムル勢ヲ現ハスガ如シ。
- ③、重力ノ勢。高所ニアル物體ノ、重力ノ作用ニテ下降スルノ際ニ現出スル勢ニ  
シテ、流水ノ水車ヲ運轉スルガ如キハ是レ其ノ例ナリ。
- ④、彈力上ノ勢。弓ノ彈力ノ矢ヲ飛バスガ如キ、彈條ノ緩ムニ從テ時針ノ運動ス  
ルガ如キハ其例ナリ。

五、熱、光、電磁氣。





フモノトス。

**勢ノ不滅** 勢ハ相轉化スルコトヲ得ル者ニテ、且一種ノ勢ノ他種ノ勢ニ變ズルニ方リテハ常ニ一定ノ割合ニ從フモノナルコトヨリ、吾人ノ力ニテ新ニ勢ヲ創生シ、若クハ之ヲ滅消セシムルコト能ハザルモノナルコトヲ了解セリ、吾人若シ勢ノ新ニ現出シタルヲ見ルトキニ深ク其ノ原因ニ溯レバ此ノ勢ハ必ず他ノ勢ヨリ轉化シ來リタルコトヲ追證シ得ベク、又勢ノ消滅スルニ遭フモ同様ニ推考スレバ單ニ此ノ種ノ勢ハ彼ノ種ノ勢ニ其狀態ヲ變ジタルモノナルコトヲ知了スベシ。而シテ各種ノ勢ハ一定ノ關係ヲ有シ、新ニ勢ノ作出セラル、コトナク、又一度現存セシ勢ノ消滅スルコトナキニ於テハ、宇宙間ニ存在スル勢ノ量ハ絶エテ増減アルベキ筈ナシ、是レ理學上ヨリ推論シ得ベキ正當ノ歸結ナリトス、之ヲ勢不滅ノ説ト云フ。蓋シ宇宙間ニ現出スル各種ノ動作ハ一定不變ナル勢ノ反態ニ由來スルモノニシテ、通常其ノ生滅アルガ如ク思ハル、モ動作力即チ勢ノ全量ニハ少シモ變化ナシ、恰モ海水面ニ於テ吾人ハ常ニ種々ナル波浪ノ起伏變化ヲ見ルト雖、水ノ全量ニハ少シモ増減ナキガ如シ。

## 第九章 器械

**器械ノ用** 器械ノ用ハ力ヲ適用セシ所ノ點ヲ動カシ、若クハ力ノ方向ヲ變ズルニアル者ナリ。換言スレハ力ヲシテ吾人ニ有用ナル効果ヲ呈セシムルタメニ、器械ナルモノヲ使用ス。例ヘバ上ヨリ下ニ降ルノ方向ヲ有スル力ヲシテ、下ヨリ上ニ物ヲ舉グルノ用ヲナサシメ、或ハ數百人ニアラザレバ之ヲ動カシ能ハザルモノヲモ、能ク一人ニテ動カサシムルガ如キ、或ハ長キ時間ヲ要スル動作ヲ、短キ時間ニテ爲サシムルガ如キ、皆器械ノ用ニヨルモノナリ。サレドモ器械ハ力ヲ増大セシムルニアラズ、却テ摩擦ナルモノアルガ爲、吾人ハ其ノ適用セシ力ノ効果ヲ收ムルコト能ハズ、若シ力ニ於テ益スルトキニハ、必ス時間ニ於テ損失アリ、時間ニ於テ益セント欲セバ力ニ於テ損失スル所ナルベカラズ。例ヘバ十人一時間ニテナシ得ル動作ヲ一人ニテナサシメント欲セバ、必ず十時間ヲ要シ、一人百時間ニテナシ得ル動作ヲ一時間ニ仕上ゲンニハ、百人ヲ要スルガ如ク、力ト其ノ力ノ動作セル時間ト相乘スレバ、必ず營爲セル動作ノ全量ヲ得ベキナリ。サレバ平易ノ語ヲ以テ之ヲ云ヘバ、器械ノ用ハ細ク長キ力ヲシテ太ク短キ動作ヲ營爲セシムルカ、又ハ太ク

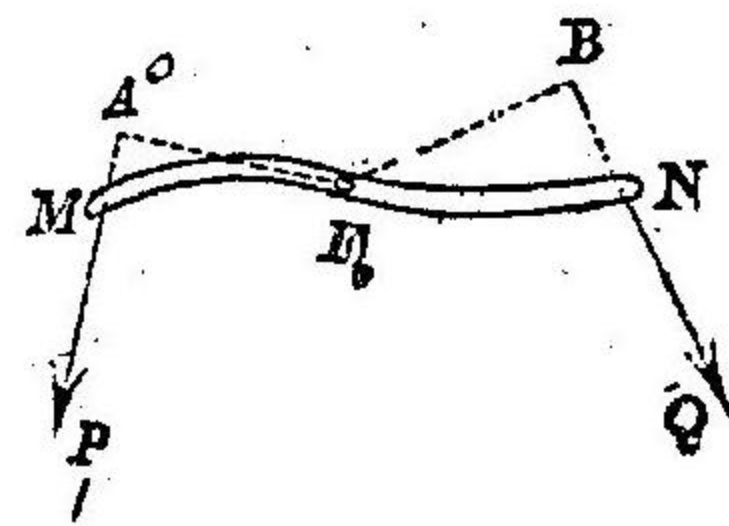
短キ力ヲシテ、細ク長キ動作ヲ營爲セシムルカ、又ハ力ノ作用スル方向ヲ變セシメテ吾人ニ必要ナル動作ヲナサシムルニアリ。  
器械ハ其ノ種類甚多ク、且ツ其ノ構造ノ複雜セシモノ尠カラズト雖、之ヲ分解スルトキハ、其ノ各部ハ必ズ左ニ掲クル二類六種ノ單器ヨリ構成セラル、モノタルヲ知ルヘシ。



槓杆トハ屈曲セザル條杆ノ、支點ト稱スル一定點ニ就キテ回轉シ得ベキモノニシテ、其ノ二點ニ於テ二箇ノ力ニヨリテ反對ニ作用セラル、モノナリ。此ノ二力ノ一ヲ單ニ力ト稱シ、他ノ一方ヲ重ト云フ。而シテ屈曲スベカラザル

條杆トハ絶對的ニ屈曲スベカラズトノ意ニアラズ、此等二力ニ作用セラレタルトキニ屈曲セザルモノヲ云フ、否ザレバ槓杆ハ全ク其ノ用ヲナササルベキヲ以テナリ。サレバ作用スル二力ノ強弱ニヨリテ種々條杆ヲ撰用スヘキコト勿論ナリ。  
槓杆ノ條杆ニハ直ナルモノヲ用フルコトアリ、或ハ灣曲セルモノヲ用フルコトアリテ、其ノ形狀一ナラスト雖、其ノ原理ハ第二章ノ終ハリニ説ケル能率ノ理及ヒ並行力合成ノ理ニテ解スヘシ。

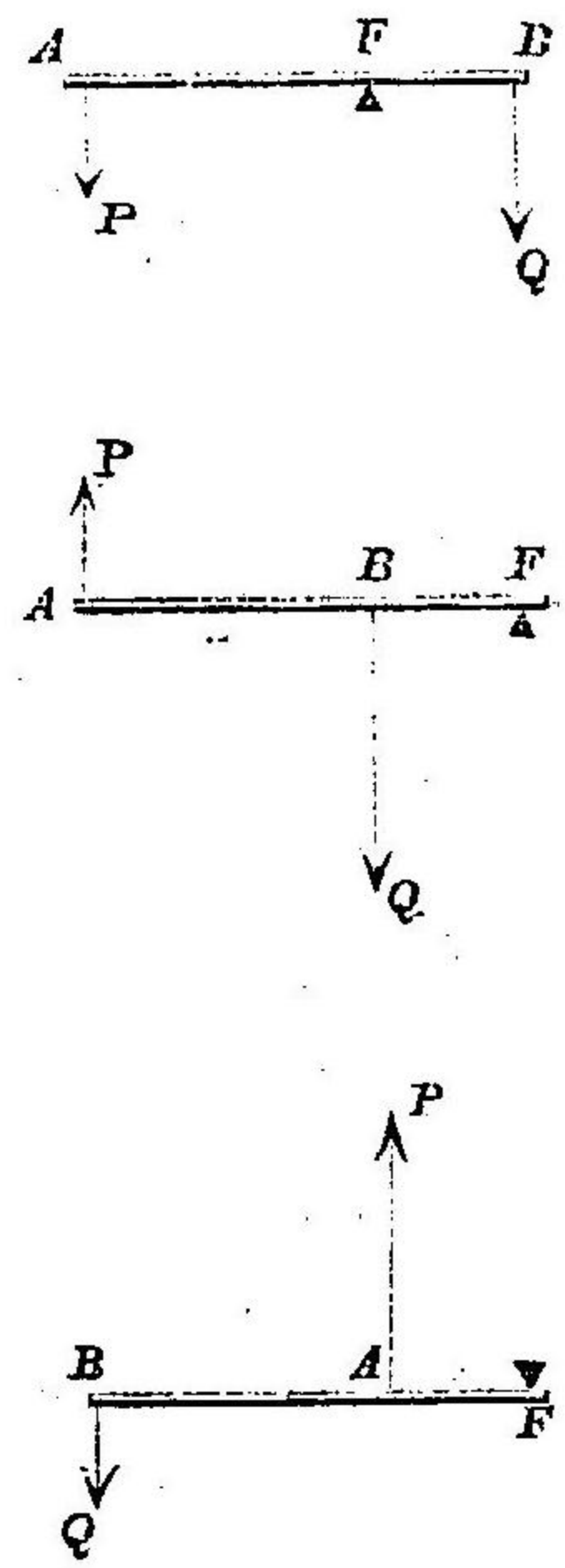
第四十三圖



第四十三圖 MNハ灣曲セル槓杆ニシテ、支點ヲDニ有シ、MトNトニ於テP、Qノ二力ニ作用セラル。然ルニP力ノ能率ハ  $P \times AM$  ニシテ、Q力ノ能率ハ  $Q \times BN$  ナリ、且ツ前者ハ積極的ニシテ、後者ハ消極的ナルカ故ニ、兩能率同量ナルトキハ此ノ槓杆ハ平均シテ動カサルヘシ。  
支點F及ヒ力Pノ位スル點Aト、重Qノ位スル點Bトノ

相互ノ位置ニヨリ、槓杆ニ三種ノ別ヲ生ス、第四十四圖ニ示スカ如シ。此等ノ三種ノ槓杆ニ於テ、力ノ能率  $P \times AM$  ト重ノ能率  $Q \times BN$  トハ共ニ反對ノ方向ニ槓杆

第四十四圖



ヲ廻轉セントスルヲ以テ、

$$P \times AF = Q \times BF$$

ナル方程式ノ正キトキニハ  
何レモ平均スヘキモノナリ  
日常使用スル器械中ニ槓杆

ノ實用ヲ示スモノ少カラス、而シテ其ノ最モ必要ナルモノ、一ハ秤是レナリ。

### 槓杆ノ他ノ例

一條ノ杆ヲ取り、其ノ兩端ヲ支持シテ其ノ間ニ重量ヲ垂ルルトキニ於テ、兩端ニ感スル力ハ幾何ナリヤヲ知ラント欲セハ、是レ亦槓杆ノ理ニテ之ヲ解スルコトヲ得ベシ。例ヘハ第四十五圖ニ於テ、AトBトニ感スル力ヲ測定セント欲ス。重量Rノ條杆ABニ及ボス作用ハ恰モPトQノ二力アリ、Fナル支點ニ就キテ槓杆臂AFトBFトヲ反對ノ方向ニ廻轉セントスル作用ニ同ジキヲ以テ、吾人ハ之ヲ以テ第十一圖及ビ第十二圖ノ槓杆ニ比スルコトヲ得ベシ、故ニRヲPカトQカノ合成力ト假定スルトキハ、左ノ二式ヲ得ベシ。

$$R = P + Q$$

(1)

$$P \times AF = Q \times BF$$

(2)

右ノ二式ニヨリテPトQトノ値ヲ發見スルコト左ノ如シ。

$$P : Q :: BF : AF$$

$$P : P + Q :: BF : BF + AF$$

$$P : R :: BF : AB$$

$$P = \frac{R \times BF}{AB}$$

同理ニヨリ、 $Q = \frac{R \times AF}{AB}$ ナルコトヲ知ルコト容易ナリ。

次ニ複合槓杆ノ例ヲ説クベシ。第四十六圖ニ於テ、A、B、C、D

ノ三槓杆トF、F'、F''ナル三支點トアリ、PトQノ二力平均ス

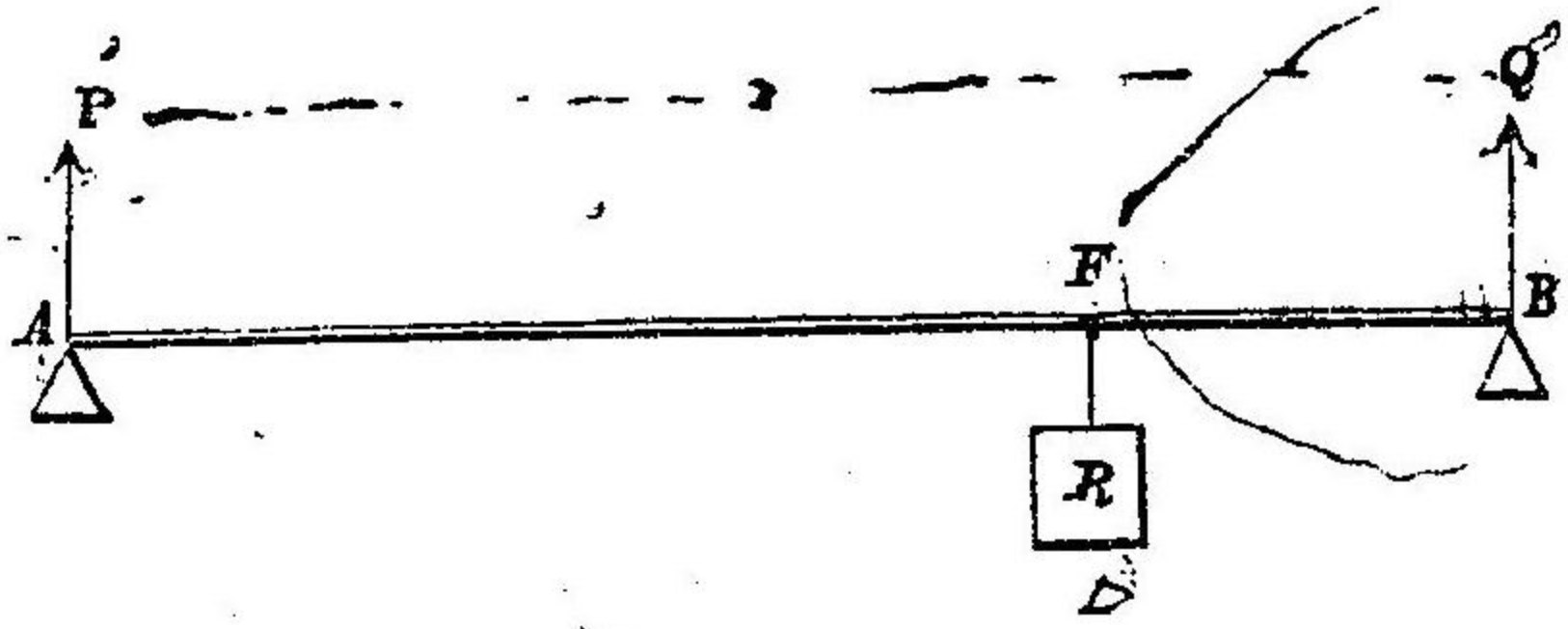
ルニハ何如ナル時ニアリヤヲ知ラント欲ス。圖ニ就キテ見ルニ、槓杆臂AF、BF、CF

トF'、F''ノ三者ハ三支點ニ就キテ同一方向ニ廻轉ヲナサシメントシ、BF、CF、D、E、F'、F''

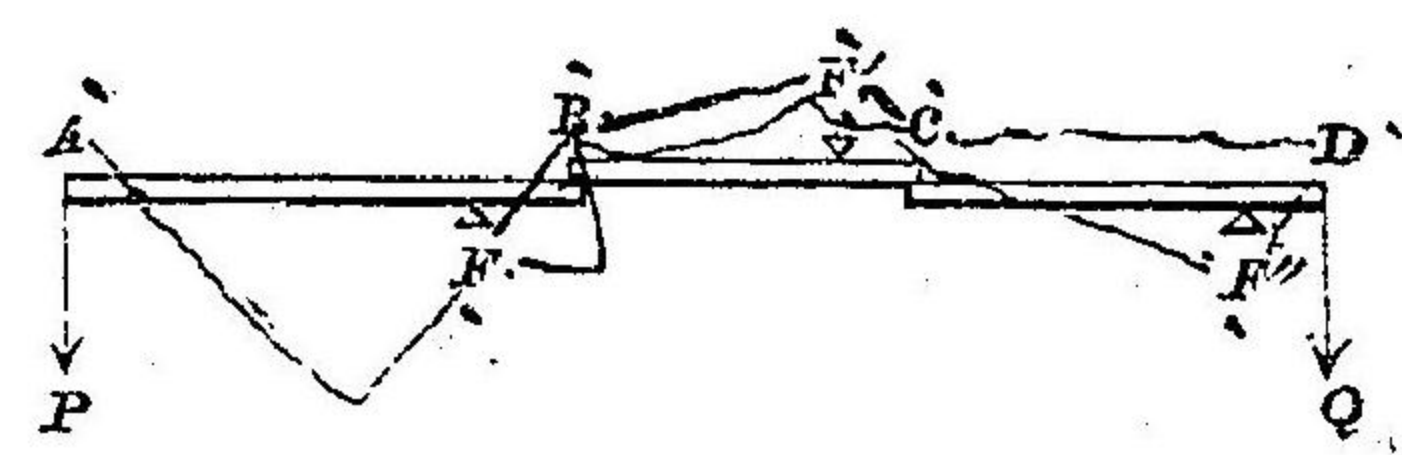
ノ三者ハ三者ト反對ノ方向ニ廻轉セシメント欲ス、故ニ其ノ平均ヲ得ルハ左ノ式

ノ正シキ時ニアリ。

第四十五圖



圖六十四第

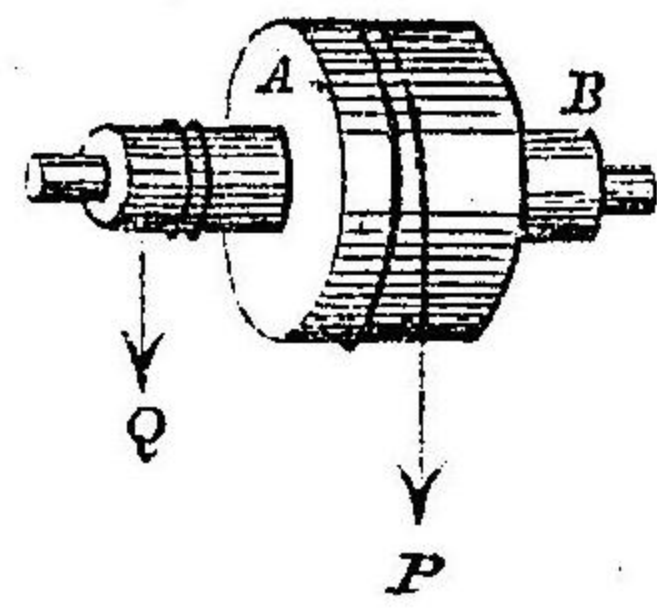


輪軸

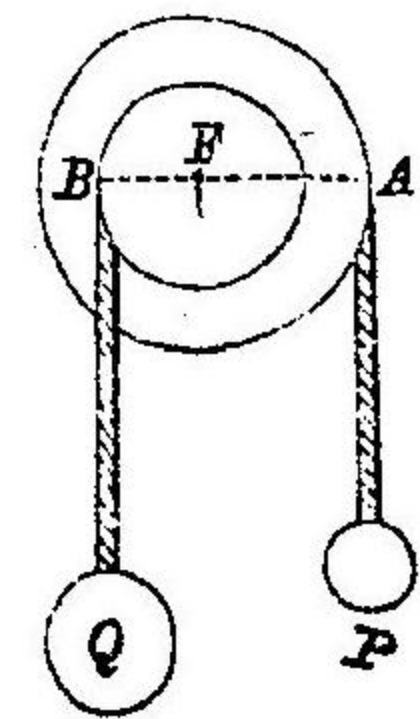
$$P \times AP \times DE \times CF = Q \times DE \times CF \times BE$$

輪軸(第四十七圖)トハ輪又ハ圓柱體Aノ中央ニ軸Bヲ貫通セシモノニシテ、兩者ヲ周匝スル索繩アリ、Pニカチ適用シ、Qニ垂レタル重ヲ引キ上グル器械ナリ。此ノ器ノ横截面圖第四十八圖ヲ見ル時ハ、槓杆ノ理ニテ其用ヲ了スベシ。即チ軸ノ半徑ハ重ノ槓杆臂ヲナシ、輪ノ半徑ハ力ノ槓杆臂ヲナシ、中央ノ心棒ハ支點ヲナス、故ニ輪ノ半徑ニ比シテ軸ノ半徑小ナルニ從ヒ、小ナル力ニテ大ナル重ヲ舉クルコトヲ得ヘシ。

圖七十四第



圖八十四第

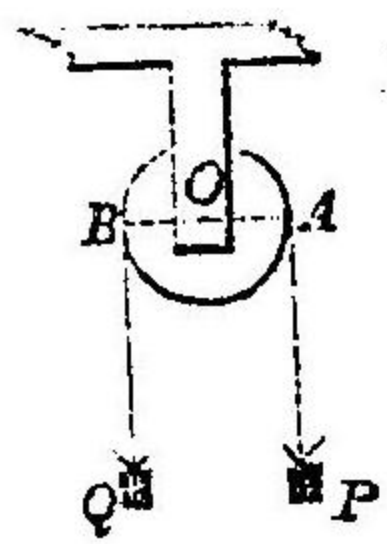


稱シ、重體ヲ動カスニ使用スル器ハ輪軸ノ例トシテ見ルヘシ。

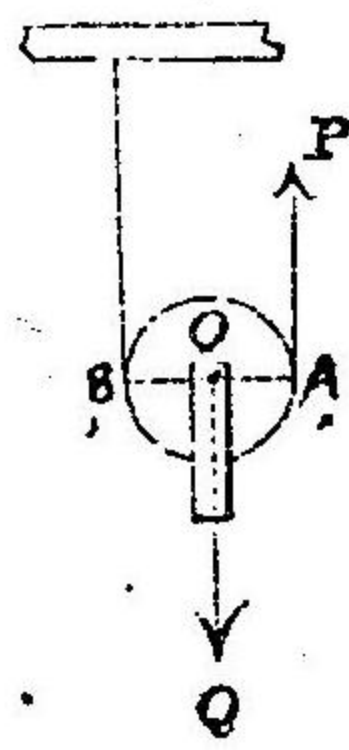
但シ斯ク大ニ力ニ於テ益スルトキ、重ノ舉カルコト徐々ニシテ、時間ニ於テ損スルコトハ勿論ナリ。まんりき、まきろくろト

滑車 滑車トハ周圍ニ細溝ヲ有スル車ノ、軸ニ就テ回轉シ得ル者ニシテ、之ニ繩索ヲ廻ハシ、重體ヲ動カスニ用フルモノナリ。而シテ定處ニ固定シテ動カザルモノ

第 四 十 九 圖



第 十 五 圖



(第四十九圖)ヲ不動滑車ト稱シ、繩綱ト共ニ移動シ得ルモノ(第五十圖)ヲ動滑車ト云フ。不動滑車ノ効用ハ單ニ力ノ方向ヲ轉ゼシムルニアルモノニシテ、其理ハ槓杆ニ同シ。即チ第四十九圖

ニ於テPヲカトシ、Qヲ重トスルニ、Oハ支點ヲナシ、直徑ABハ槓杆ニシテ、AトBトハ各力重ニ點タリ。而シテ兩臂AOトBOトハ共ニ滑車ノ半徑ニシテ、同長ナルヲ以テ、PハQト同量ナレハ平均ス。動滑車ニアリテハABハ槓杆臂ヲナシ、Oハ重點Bハ支點ニシテ、Aハ力點タリ、故ニ力ノ臂タルABハ重ノ臂タルAOノ二倍ナルヲ以テ、PハQノ二分ノ一ニテ平均スベシ。

動滑車ト不動滑車トヲ配合スルトキハ、大ニ力ニ益スルモノナリ。例ハ第五十一圖ニ於テ見ルニWナル重量ヲ支フル者ハ六條ノ繩ニシテ、各條共ニWノ六分ノ一



チ a b 即チ R ニテ表スレバ、此ノ重力ハ斜面向ト直角ニ働ク Q 力ト、斜面向ニ並行ニ働ク P 力トノ合成力ナルコト一見シテ知ラル。故ニ小正三角形 a b c ノ弦ト二邊トハ、共ニ重力ト其ノ二分力トヲ示スナリ。然ルニ幾何學上ノ理ニヨリ、A B C 三角ト a b c 三角トハ相似形ナルヲ以テ、P ト Q ノ價ハ左ノ二式ニヨリテ之ヲ知ルコトヲ得ベシ。

$$(1) \quad ab:bc::AB:BC \quad \text{即} \quad R:P::AB:BC$$

$$(2) \quad ab:ac::AB:AC \quad \text{即} \quad R:Q::AB:AC$$

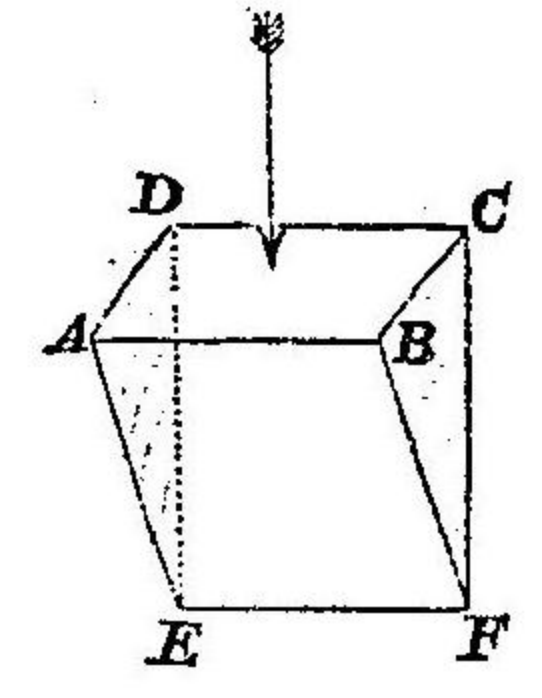
是レニ由リテ之ヲ見ルニ、若シ斜面上ノ重力 R ヲ斜面向ノ長サニテ示セバ、Q ハ底ニ相當シ、P ハ高サニ相當ス。然ルニ Q 力ハ斜面向ノ抗抵ニテ平均セラル、力ナルヲ以テ、P ニ相當スル重體ヲ P' ニ掛クレバ球體ハ轉落セザルベク、斜面向ノ高サ小ナレバ球體ヲ落サントスル力減ジ、從テ P' ノ重量モ減ズルヲ知ルベシ。

斜面向ノ例ハ街路、鐵道等ニ於テ之ヲ見ルベシ、平坦ナル道路ニ方リテ重體ヲ引クトキハ、單ニ地面ト重體トノ摩擦ニ打勝テバ則チ足レリト雖、少ク傾斜セル道路ニアリテハ然ラズ、二十尺ニ一尺ノ勾配ナル道路ニ馬車ノ上ルアリトセンニ、馬ハ全重

量ノ二十分ノ一ヲ舉ゲザルベカラザルコト勿論ナリ。鐵道ノ勾配ハ通例一哩ニ八十呎即チ六十六呎ニ一呎ノ勾配ヲ以テ限リトス。

**楔** 楔ハ移動シ得ベキ複斜面向トシテ之ヲ見ルベシ。第五十四圖ハ楔ヲ示ス、A B C D 面ハ之ヲ楔ノ背ニシテ、A B F E T C D E F T ノ二面ヲ楔ノ面ト云ヒ A D E、B C F ノ二面ヲ楔端ト呼ビ、E F ヲ稜ト稱ス。

第五十四圖



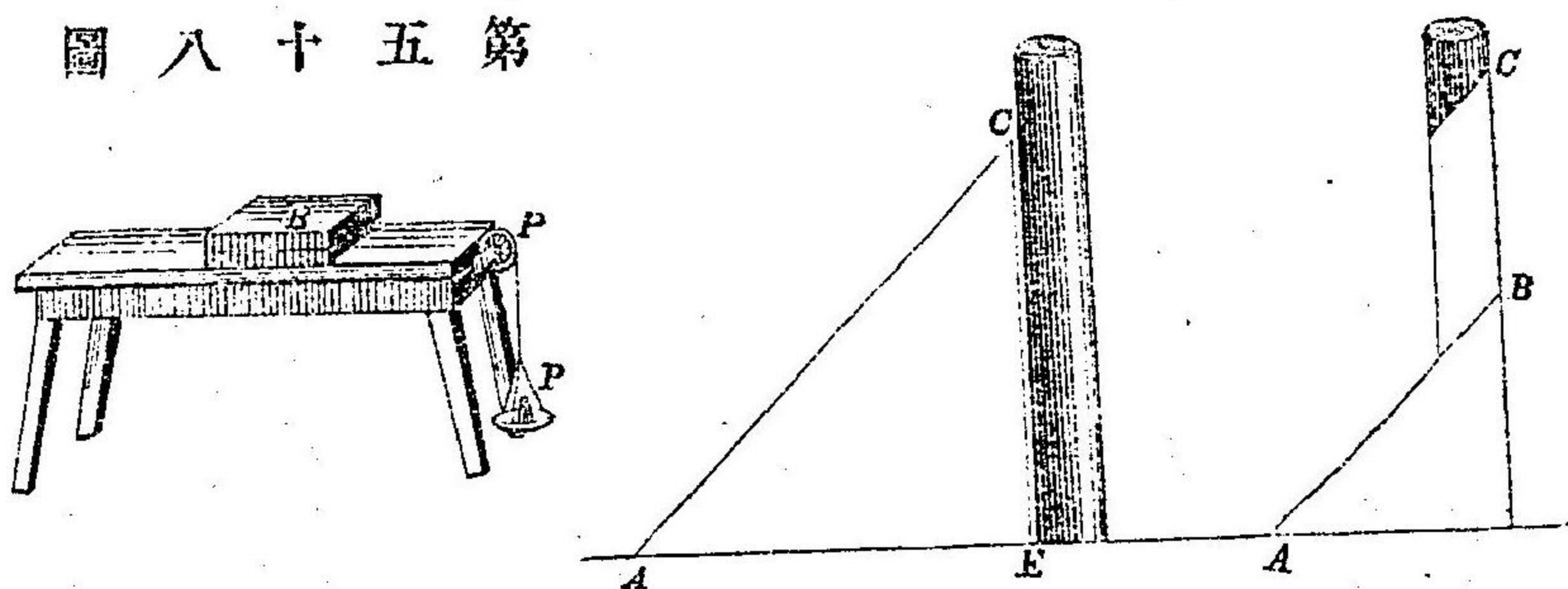
第五十五圖ハ楔ヲ使用スル狀ヲ示ス。抵抗 R R' ハ楔面 A C、B C ニ直角ニ働クトシ、A B 面ニ直角ニ働キテ之ヲ打

チ込マントスル力 P ヲ算スベシ。前節斜面向ノ理ニヨリ、A C 面ニ働ク R 力ヲ A C' ニテ示セバ、之ニ對シテ打込マシムベキ力ハ A D ニ相當スベク、又同理ニテ B C 面ニ働ク R 力ヲ B C' ニ均シトスレバ、之ニ對シテ打込マシムベキ

力ハ B D ナリ、故ニ兩面ノ抗抵 R R' ノ二力ニ對シテ打込マシムベキ P 力ハ正ニ A B ニ相當スベキナリ。是レニ由リテ之ヲ見ルニ、A B ノ長サ減ズルニ隨ヒ、即チ

圖 七 十 五 第

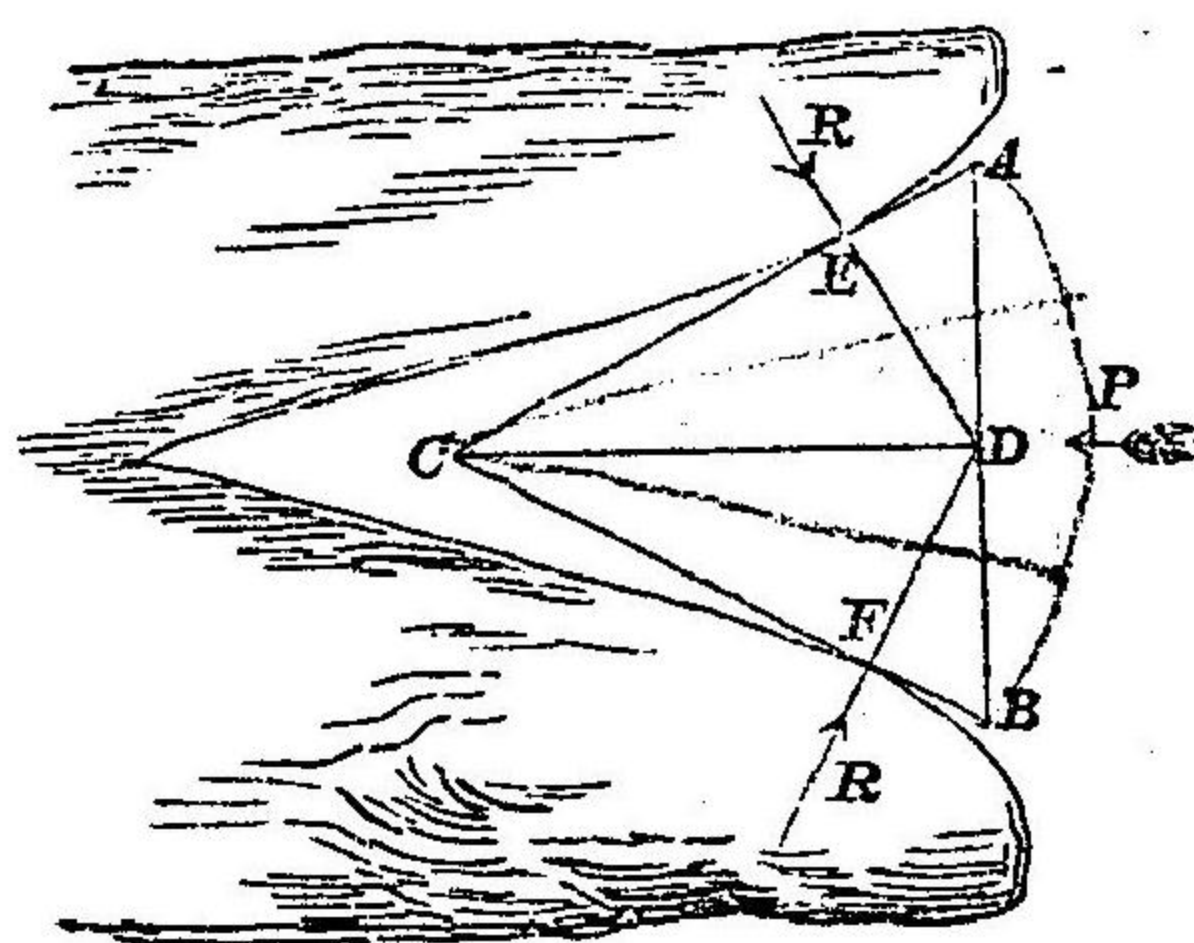
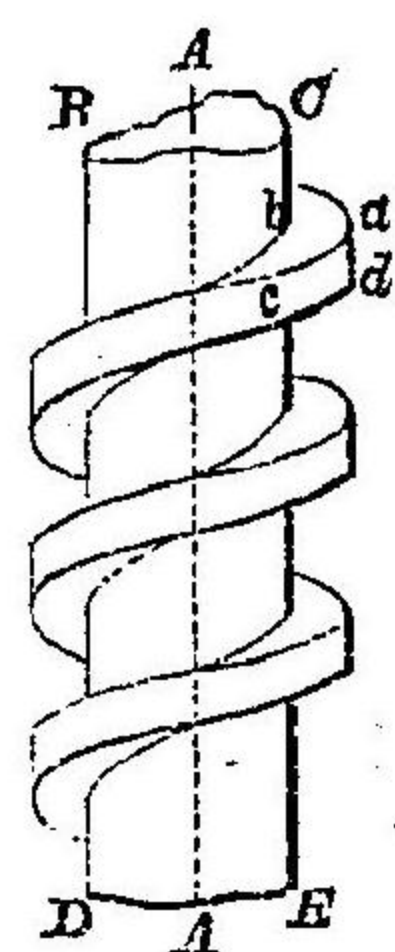
圖 八 十 五 第



スル表面粗ニシテ、兩面ノ凸凹多少相應合スルニ基  
 ツクモノニシテ、吾人ノ滑面ト稱スルモノト雖、決シ  
 テ幾分ノ凸凹ナキヲ得ザルモノナレバ、人爲ヲ以テ  
 到底摩擦ヲ滅了シ得ベキニアラザルナリ。  
 摩擦ヲ測定スルノ器械ハ第五十八圖ニ於テ見ルガ  
 如シ。種々ナル物質ニテ作レル體チ一小机上ニ置キ  
 之ヲ重量Pニテ引キ動カスノ裝置ナリ。今此般ノ器  
 ニテ實驗シテ得タル摩擦ノ規則ヲ掲グルコト左ノ  
 如シ。  
 (一) 摩擦ハ殆ト壓ニ正比例ス。  
 (二) 同一物ニ在テハ、摩擦ハ接合面ノ大小ニヨリ増減  
 セズ。例ヘバ第五十八圖ノB體ヲ其縁チ机面ニ接シ  
 テ立ツルモノ、之ヲ引クノ力ハ初メト異ナルコトナシ。  
 (三) 物體愈堅硬ナレバ、其ノ摩擦愈少シ。

圖 五 十 五 第

第 五 十 六 圖



楔ノ尖銳ナルニ隨ヒ、之ヲ打込ムコト容易ナル  
 ノ理ヲ解スルコト易々タリ。斧、鑿、鉋等凡テ刀刃  
 類ハ楔ノ實例ナリ。  
 螺旋 螺旋トハ圓柱體ニ曲面ノ回旋シタ  
 ルモノ(第五十七圖)ニシテ、斜面ノ圓柱體ニ卷カ  
 レタルモノニ外ナラズ。例セハ第五十七圖ニ於  
 テ見ルガ如ク、紙片ヲ三角形ACEニ切り、之ヲ  
 圓柱體ニ卷クトキハ螺旋ヲ生ジ、AC邊ハ所謂  
 螺條ナルモノヲ形成ス。凡テノ螺旋條ヲ解クト  
 キハ必ズ一ノ斜面ヲ得ベキガ故ニ、抗抵ニ對シ  
 テ之ヲ使用スルノ力ハ凡テ斜面ノ公式ニテ之  
 ヲ測算スベキナリ。

摩擦 二體互ニ壓接セラレタルトキニ、二體ノ面ヲ接シツ、一體ヲ他體ニ對シ  
 テ引キ動カサントスル力ニ對スル抗抵力ヲ摩擦ト稱ス。摩擦ナルモノハ互ニ接合

(四) 同一物面ニアリテハ異物面ニ於ケルヨリ摩擦大ナリ。  
 (五) 摩擦ハ之ヲ物面ヲ滑澤ナラシムルカ或ハ油ノ如キ滑澤藥ヲ塗抹スルニヨリテ減少ス。是レ物面ノ凸凹ヲ減ズルニ由ル。  
 (六) 摩擦ハ運動ノ始メニ於テ大ナリ。是レ永ク靜止接合シアルトキハ二面ノ凸凹能ク應合スルヲ以テナリ。

摩擦ニ二種アリ、一チ平摩ト云ヒ、一チ轉摩ト云フ。前者ハ二面相接合シテ移動セシメラル、所ノ摩擦ニシテ後者ハ車ノ回轉スルニ際シテ起ル所ノ摩擦ナリ、而シテ其何レノ種類タルヲ論ゼズ、凡テ摩擦ナルモノハ器械力ヲ消耗シテ之ヲ無効ノ勢ニ變スルモノナレバ器械ノ動作上成ルヘク之ヲ減ゼザルヘカラザルコト勿論ナリト雖、摩擦ノ用モ亦甚大ナリ。摩擦ナケレバ汽車ハ列車ヲ動カスコト能ハス、吾人ハ地上ヲ歩スルコト能ハス、山嶽ハ崩レ易ク、河流ハ暴流シ、衣服ノ織緯ハ悉ク離開シ、釘ハ其ノ用ヲナサズ、其ノ他少シク考察スルトキハ、種々ノ場合ニ就キテ摩擦ノ大効アルコトヲ了スルヤ難カラザルヘシ。

### 第十章 分子ノ引力及ヒ其現象

#### 分子力ノ性質

物體ノ現出スル種々ナル現象上ヨリ、其ノ分子ハ常ニ反對ノ二力ニ作用セラル、コトヲ知ル。一ハ分子ヲ緊着セント欲スル力ニシテ、之ヲ分子引力ニ稱シ、他ノ一ハ分子ヲ擴散セシメントスル動力ナリ。此等二力ノ關係如何ニヨリテ物體ハ種々其ノ分子的狀態ヲ變ジ、固液氣ノ三態ヲ現出ス。固體ニアリテハ分子ノ引力甚強ク、液體ニアリテ此ノ引力甚弱クシテ、僅ニ其ノ痕跡ヲ止ムルニ過ぎ、而シテ氣體ニアリテハ、分子引力ハ全ク其ノ効ナク、獨リ外方ニ走り去ラシメントスル動力ノ強キヲ認ムルノミ。

分子引力ノ働クハ極小間隙内ニ於テスルモノニシテ、分子ノ間隙少シク増ストキハ其ノ作用ヲ呈スルコトナキニ至ル。

#### 凝聚力

凝聚力ハ化學親和力、粘着力ト別稱ス。於テ最モ強ク、液體ニ於テ甚弱ク、氣體ニ於テハ全ク其ノ作用ヲ呈セズ。物體ノ温度増加スルニ從テ凝聚力ノ作用ノ衰フル所以ハ、反對ノ力ナル分子動力ノ温度ト共



ニ増加スル故ナリ。  
 凝聚力ハ物體ニ依リテ強弱アルノミナラズ、同一物體ニアリテモ分子排列ノ如何ニ依リテ大ニ相異アルモノナリ。例ヘバ鍛練セル鋼鐵ト鍛練セサル鋼鐵トニ於ケル凝聚力ノ相異ハ單ニ分子排列ノ如何ニ依ルモノナリ。彈性、靱性、結晶、無定形、展延性、延長性、脆性、硬性ト稱スル物體ノ特有性ノ分子ノ凝聚力ニ由來ス。  
 液體ハ殆全ク凝聚力ヲ有セサルガ如ク思ハルベシト雖、其ノ之ヲ有スル理由ハ水及ビ他ノ液ノ一滴能ク粒狀ヲナスヲ以テ知ルベシ。只其ノ量ノ大ナルトニアリテハ凝聚力ハ遙ニ重力ニ及バサルガ故ニ敢テ定形ヲ保持セシムルコトナク、器ノ形狀ニ依リテ其ノ形ヲ變化スルナリ。  
**彈性** 固體ノ形狀ヲ變ゼント欲スル外力アリ、此ノ力ノ作用ニシテ甚強大ナラザルトキハ該固體ハ一時其ノ形體ノ幾分ヲ變ズベシト雖、外力去リテ後チ再ビ原形ニ復スルノ性ヲ有スルモノナリ、之ヲ物ノ彈性ト云フ。若シ外力強大ニ過グルトキハ該固體ハ全ク其ノ形狀ヲ變ジテ之ヲ恢復スルコト能ハザルニ至ル。ザレバ一時外力ノ作用ヲ受ケテ其ノ原形ヲ變ジ更ニ之ヲ恢復シ得ルニハ彼ノ外力ナルモノ

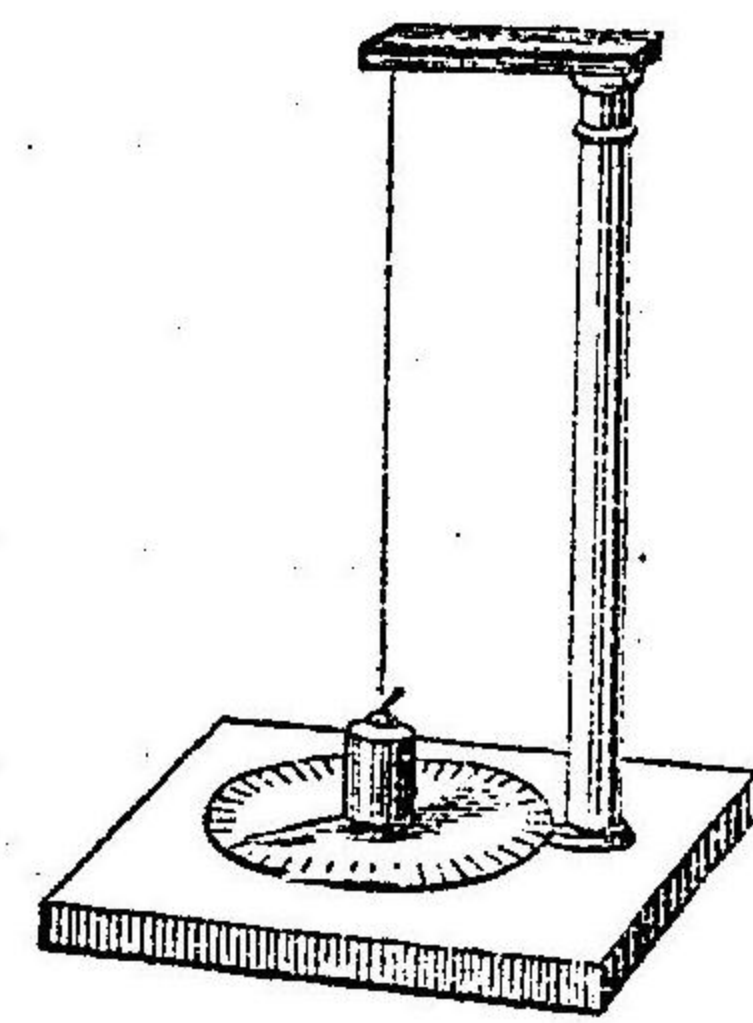
ハ、一定ノ限界ヲ越エザランヲ要ス、此ノ限界ヲ越ユル程強大ナル力ナランニハ、物體ハ永ク原形ヲ變ズルニ至ラン故ニ各物ニ彈性ノ際限ナルモノアリ。橋梁ヲ架設シ、家屋ヲ建築シ、其他種々ノ土木事業ニアリテ、木材、石材、煉瓦石等ノ彈性際限ヲ究ハムルト甚ダ緊要ナリ。若シ種々ノ建築ニシテ其ノ材料ノ彈性限ヲ越エタル重量又ハ他ノ力ヲ支持セザルベカラストセバ、忽チ原形ヲ變シテ遂ニハ破壊スルニ至ルベシ。今左ニ固體ノ種々ノ外力ニ抵抗スル場合ヲ舉ゲントス。  
 (一) 外力ノ延長作用ニ抵抗スル力。吾人若シ一みりめトシテ平方横斷面ヲ有シ一めトシテ長サアル一線ヲ鉛直ニ下ケ、其ノ上端ヲ固持シテ下端ニ一きろぐらむノ重量ヲ下ゲタルトキニ、百分ノ一みりめトシテ延長アリタリト假定センニ、若シ二きろぐらむノ重量ヲ垂ル、時ニハ百分ノ二めトシテ延長アルベシ。故ニ曰ハク(一)物體ハ延長ハ之ヲ引キ延ハサントスル重量即カニ比例ス。是レ第一ノ規則ナリ。(二)延長ハ割合ハ線ハ全長ニ比例ス。若シ前例ニ於テ線ヲ二めトシテ、一きろぐらむノ重量ヲ垂ルレハ、百分ノ二めトシテ延長アルヘキ割合ナリ。(三)一カニ依リ、テ惹起セラレタル延長ハ、其ノ横斷面ハ積ニ反比例ス。例ハ、前例ニ於テ二平

方みりめいどるノ横断面ヲ有スル同長ノ線ヲ使用シタルトキニ同シク百分ノ一  
みりめいどるノ延長アラシメント欲セハ、二きろぐらむノ重量ヲ垂レサルヘカヲ  
サル割合ナリ。

(二)長サニ沿フテ働ク壓搾ニ抵抗スル力。細キ棍ヲ縦ニ壓迫スルニ當リテハ其ノ屈  
曲ヲ起サ、ヲシムルコト甚六ケ敷モノナリト雖、適當ニ施行セラレタル實驗上知  
ル所ニ由レハ、力ノ作用ニ由リテ縦ニ壓迫セラレテ收縮スル規則ハ凡テ延長ノ場  
合ニ同シキコトヲ知レリ。

(三)撚振ニ抵抗スル力一線ヲ鉛直ニ吊ルシ、其ノ下端ニ指針ヲ有スル所ノ重量ヲ垂  
レ、此ノ重量ノ下ニ度ヲ刻セル鉛板ヲ具フ、第五

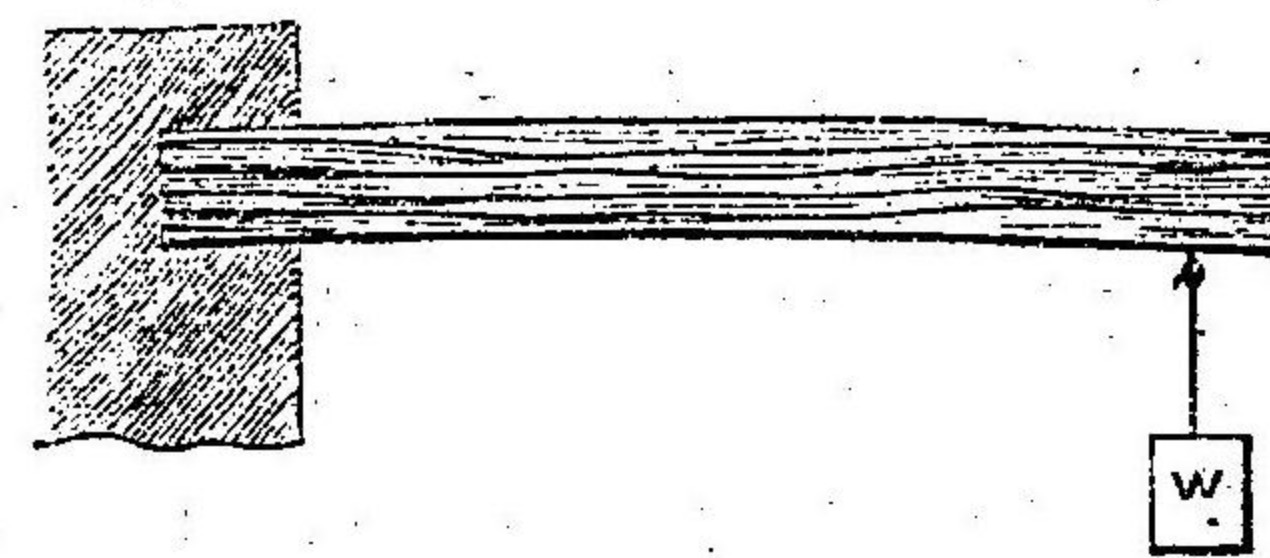
第五十圖



十九圖。今若シ指針ヲ回轉スレバ、線ハ之ニ抵抗  
ヲ與フベシ。實驗上ヨリ斯ク(一)撚振ニ抵抗スル  
力ハ指針ノ廻轉スル角度ニ比例シ、(二)線ノ長サ  
ニ反比例シ、(三)線ノ直徑ノ四乗積ニ比例スルコ  
トヲ知レリ。第三則ノ意ハ例ヘバ線ノ直徑ヲ二

倍スレバ抵抗カハ十六倍シ、直徑ヲ三倍スレバ八十一倍スルノ類ナリ。  
(四)屈撓ニ抵抗スル力。固體ヲ屈撓セントスル作用ニ抵抗スル力ヲ驗セント欲セバ、

第六十圖



第六十圖ノ如キ裝置ニ由リ、種々ノ物體ニテ作レル同徑同  
長ノ棍ヲ一端ニ於テ固持シ、他端ニ同量ノ鍾ヲ下ゲテ驗ス  
ベシ。今同一棍ニ就テ驗セシ結果ニ由レバ、(一)斯ノ如キ棍ヲ  
折ルニ必要ナル力ハ、其ノ長サニ反例ス、即チ長サヲ二倍ス  
レハ二分ノ一ノ力ニテ之ヲ折ルコトヲ得ルノ理ナリ、(二)之  
ヲ折ルハカハ棍ノ廣狹ニ比例ス、即チ棍ノ廣サヲ二倍スレ  
バ之ヲ折ルニ二倍ノ力ヲ要ス、(三)棍ヲ折ルハ、其ノ厚サ  
ハ自乗ニ比例ス、即チ厚サヲ二倍スレハ棍ハ四倍ノ力ニ抵  
抗シ得ル理ナリ。サレバ能ク斯ノ如キ屈撓力ニ堪フル所ノ

棍ヲ製スルニ方リテハ其ノ幅ヲ増スヨリハ其ノ厚サヲ増スヲ利アリトス。

靱性 靱性トハ凡テ物ノ之ヲ引キ切ラントスル作用ニ抵抗スルノ性ヲ稱スル  
モノナレドモ、通常物ノ長サニ沿フテ之ヲ引キ切ラントスル力ニ抵抗スル性ヲ云

フナリ。ザレドモ物ヲ剪斷セントシ或ハ撚斷セントスル外力ノ作用ニ抵抗スル性モ亦韌性トシテ見ルベシ。金屬ハ物體中最モ韌性ニ富ムモノナレドモ、各金屬ノ韌性決シテ一様ナラズ、普通ノ金屬ニ付テ云ハバ、鐵線ハ最モ韌性ニ富ムモノニシテ、之ニ次グモノヲ銅線トナス。

結晶及ヒ無定形

分子ノ攪動セラル、コトナクシテ、液狀若クハ氣狀ニアル物體ノ凝結スル際ニハ、各分子一定ノ順序ニ從テ排列シ、以テ其ノ固體ニ正整ナル定形ヲ有セシムルニ至ル、之ヲ結晶性ト云フ。空氣ノ穩ナル時ニ生ジタル雪片ノ如キハ其ノ例ナリ。又水ニ溶解セル鹽類ノ結晶スル實例甚多シ。之ト反シテ物體中少シモ結晶性ヲ有セザルモノ勘ナカラズ。玻璃ノ如キ、封蠟ノ如キ、又鉛ノ如キハ其ノ例ナリ。但シ本來結晶組織ヲ有セザルモノニシテ、長キ間振動セラル、トキハ、其ノ組織ニ結晶狀ヲ呈スルコトアリ、此ノ例ハ屢鐵軌ニ於テ見ル所ナリ。

展延性

展延性トハ壓迫、打撃ノ力ニ因リテ薄片ニナサレ得ル性ヲ云フ。此ノ性ハ温度ノ増スニ隨テ増加スルヲ通例トス、例ヘバ熱鐵ヲ展延スルハ冷鐵ヲ展延スルヨリ容易ナルガ如シ。又金屬中最モ展延性ニ富ムモノハ黃金ニシテ、僅ニ〇〇〇

〇〇八みりめゝとるノ厚ヲ有スル金箔ヲモ之ヲ製スルコトヲ得ベシ。

延長性

延長性トハ物體ヲ牽キ延ハシテ細線トナシ得ル性ヲ云フ。玻璃、樹脂、等ノ如キハ之ヲ熱スレバ大ニ此ノ性ヲ顯ハスモノナリ。又金屬中最モ此性ニ富ムモノハ白金ニシテ、銀、鐵、銅之ニ次グ。斯クテ最モ展延性ニ富ムルモノハ必ズシモ延長性ニ於テモ亦第一位ニ位スベキモノニアラズ、例ヘバ鉛ト錫トハ甚延長性ニ乏キモ大ニ展延性ニ富ムガ如シ。

脆性

物ノ破壊ハ種々ナル外力ノ作用ニ由リテ之ヲ致スコトヲ得ベシ、而シテ物體ノ打撃ヲ受ケテ、容易ニ破壊スルルハ之ヲ脆性體ト稱ス、玻璃ノ如キハ其ノ一例ナリ。但シ各部ニ一様ニ壓力ヲ受テ之ニ抵抗スルニ當リテハ、玻璃ハ遙ニ紙片若クハ厚紙片ニ勝ルト雖、不意ニ打撃ヲ受ルルハ紙片ニ及バザルナリ。但シ搔抓ニヨリテ物ノ破壊スルモ又是レ脆性ノ然ラシムル所ナリ。

硬性

硬性トハ二物ノ他物ニ搔傷セラレントスルルニ當リ、之ニ抵抗スル性ヲ云フモノニシテ、二異物ヲ相摩スルルニ方リテ、其ノ傷ヲ受ケタルモノヲ硬性ニ於テ劣ルト稱ス、金剛石ハ凡テノ物體ヲ搔傷スルヲ以テ、硬性ニ於テハ第一位ヲ占

ムルモノナリ。金石ノ硬性ヲ驗スル爲ニ硬度計ナルモノヲ製ス。硬度計ニ於テハ其ノ最高度ヲ十度ト定メ、最低度ヲ一度トナシ、一度ヨリ十度ニ至ルマテ十種ノ鑽石ヲ併列ス。

硬度計

一度	滑石	二度	石膏
三度	方解石	四度	螢石
五度	磷灰石	六度	長石
七度	石英	八度	黃玉石
九度	鋼玉石	十度	金剛石

右ノ硬度計ニ由リテ物體ノ硬度ヲ驗セント欲セハ、此ノ表中ノ諸鑽石ト相摩シテ其ノ一ヲ傷ケタリトスルモ、其ノ上ニ位スルモノニヨリテ傷ケラレタリトセバ、硬度ハ兩者ノ中間ニ位スト云フ。例ヘバ磷灰石ヲ傷ケシモ、長石ニヨリテ傷ケラレタル物體ノ硬度ハ五度ト六度ノ間ニアルヲ知ルガ如シ、概シテ金屬類ノ合金ハ其單一金屬ヨリハ硬性ニ富ム、例ヘバ黃金及銀ハ柔ナル金屬ナレド、之ニ少量ノ銅ヲ混

ズレハ大ニ硬性ヲ増スガ如シ。金銀貨幣ヲ製スルニ方リテ銅ヲ混ズルバ其ノ硬性ヲ増シ、以テ摩滅ヲ防ガンガ爲ナリ。又物ヲ研クニ方リテハ其ノ物ヨリ更ニ硬性ニ富ム所ノ物體ノ紛末ヲ以テセザルベカラズ。

**化學親和力** 此ノ力ハ異質ノ原素結合シテ化合物ナルモノヲ生ゼシムル力ニシテ、即チ異質原子ノ間ニ働ク力ナリ。若シ此ノ力ナケレバ地球上ノ物體ハ僅ニ七十種内外ノ原素ノミニ止マラン。水ハ酸素ト水素ノ化合物ナリ、酸素ト水素ハ全ク異質ノ瓦斯ニシテ、之ヲ結合シテ二者ト全ク相異セル物タル水ヲ生ゼシムルハコレ親和力ノ作用ナリ、故ニ親和力ト凝集力ノ別ヲ云ヘバ、前者ハ異質原子ノ間ノ引力ニシテ、後者ハ同質分子間ノ引力ナリト云フベシ。

**粘着力** 二物相觸ル、ノ際、其ノ表面ニ於テ顯ハサル、所ノ引力ヲ粘着力ト稱ス。若シニツノ鉛丸ヲ取り、兩者ノ幾分ヲ切り取りテ平カナル面ヲ作り、此ノ二面ヲ押シ當テ、兩者ヲ互ニ廻轉スレバ、遂ニハ密ニ凝着シ、之ヲ別ツニ百々らむ以上ノ力ヲ要スルニ至ラン。此ノ實驗ハ平滑ナル面ヲ有スル玻璃板ニ於テモ之ヲ行フコトヲ得ベシ。且真空内ニ在リテ之ヲ行フモ、同一ノ現象アルヲ見レバ、此ノ現象タ

ル大氣ノ壓力ニ基ヅクニアラズシテ、二面ノ間ニ行ハル、引力ニ歸スルヤ勿論ナリ。糊ノ能ク物ヲ固着セシムル如キモ亦粘着力ノ例ナリ。固體ト液體トノ間ニ行ハル、粘着力ノ例ハ、吾人若シ手ヲ水ニ入ルレバ水之ニ附着スルガ如キニツノ板ノ面ニ薄ク油ヲ引キテ之ヲ合スレバ能ク凝着スルガ如キ、其他凡テ固體ノ液體ニヨリテ潤フサル、ガ如キ場合ニ於テ之ヲ見ルベシ。又液體ニヨリテハ固體ヲ潤フサルモノアリト雖、是レ決シテ粘着力ノ欠乏セル故ニアラズ、其ノ固體ト液體トノ粘着力ヨリハ液體分子相互ノ凝聚力更ニ大ナル故ト知ルベシ。例ヘバ滑カナル玻璃板ヲ水銀中ニ入ル、ニ、水銀ハ之ヲ潤フサズ、隨テ此ノ二物ノ間ニ粘着ナキガ如シト雖、若シ玻璃板ヲ取り上ダバ尙ホ水銀ノ小球板ノ各所ニ粘着シアルヲ認ムベキナリ。

溶解

固體若クハ氣體ノ液體ニ溶解シ、液體各自ノ相融合スルノ理ハ粘着力ノ理ニテコレヲ解スルコトヲ得ベシ。例ヘハ砂糖ノ一片ヲ水中ニ入レ置ケバ次第ニ消失シテ水ハ少シモ濁ルコトナシ、是レ水ノ分子ト砂糖ノ分子ノ粘着力ハ、砂糖分子相互ノ凝聚力ニ勝ルヲ以テ、砂糖ノ分子ハ水ノ分子ノ間隙内ニ入りタルニ由ル

ナリ、サレバ固體ノ液體ニ溶解セラル、ハ其ノ分子ノ凝聚力、液體分子トノ粘着力ニ及ハザル故ト知ルベシ。但シ一液ノ一固體ヲ溶解スル分量ニハ限リアリテ、此ノ限リヲ超ユレハ液ハ最早其ノ固體ヲ溶解スルコトナシ、是レ液體分子ト固體分子トノ粘着力全ク飽充セラレタルニ因ルモノニシテ、前ノ如キ溶液ヲ飽和溶液ト稱ス。概シテ言ヘハ液體ノ固體ヲ溶解スル力ハ温度ニ因リテ増スモノナリ。次ギニ氣體ノ液體ニ溶解スル理ヲ考フルニ、兩者ノ分子ノ粘着力ハ氣體分子ノ擴散力ニ勝ル故ナリ、空氣ハ其ノ水ニ溶解スル分量甚少ナシト雖、あむもにや瓦斯鹽化水素瓦斯ノ如キハ、大ニ水ニ溶解スルモノナリ、總テ氣體ノ液體ニ溶解スルヤ温度低ケレハ其ノ量多シ。液體ノ相融合スル理モ亦固體ノ溶解スル理ニ異ナラス、即チ分子凝集力ノ粘着力ニ及バザル故ナリ。

吸收

其ノ表面ニ無數ノ氣孔ヲ有スル固體ノ氣體ヲ吸收スルコトハ、是レ固體ト氣體ノ粘着力ヲ證明スルモノナリ。新ニ製シタル木炭ノ如キハ其ノ氣孔中ニ多量ノ瓦斯ヲ吸收スル性ヲ有ス。試ニ水銀槽中ニ玻璃鐘ヲ置キ、其ノ上部ニ炭酸瓦斯ヲ滿テ、其ノ中ニ紅熾セル木炭ヲ入ルレバ、瓦斯ノ量大ニ減ジ、水銀ノ鐘内ニ昇ル

チ見ルベシ。斯クシテ木炭ハ其ノ容積ニ三十五倍セル炭酸瓦斯ヲ吸收スルコトヲ得ベシト云フ。但シ木炭ノ此ノ性ハ單ニ炭酸瓦斯ニ就テ然ルノミナラズ、凡テノ瓦斯ニ對シテモ亦然リ、故ニ木炭末ヲ以テ動植物ヨリ發生スル有毒瓦斯ヲ吸收セシムルコトアリ。海綿狀白金モ亦大ニ此ノ性ニ富ム。凡テ氣孔體ノ瓦斯ヲ吸收スルヤ其ノ表面ニ於テスルノミニシテ、瓦斯ハ深ク内部ノ氣孔ニ吸收セラル、コトナシ。乾キタル玻璃板ヲ水中ニ入ル、ニ小氣泡ノ其ノ表面ニ附着スルヲ見ルガ如キハ固體ト氣體ト粘着スルノ例ナリ。

### 第十一章 流動體ノ方學

**流動體ノ壓力** 氣液兩體ハ其膨脹收縮ノ度及ビ毛管現象等ヲ除ケバ、方學上同一ノ法則ニ依リテ支配セラル、故ニ吾人ハ此ノ兩體ヲ併セテ之ヲ流動體ト總稱シ、其ノ方學上ノ現象ヲ考較セントス。

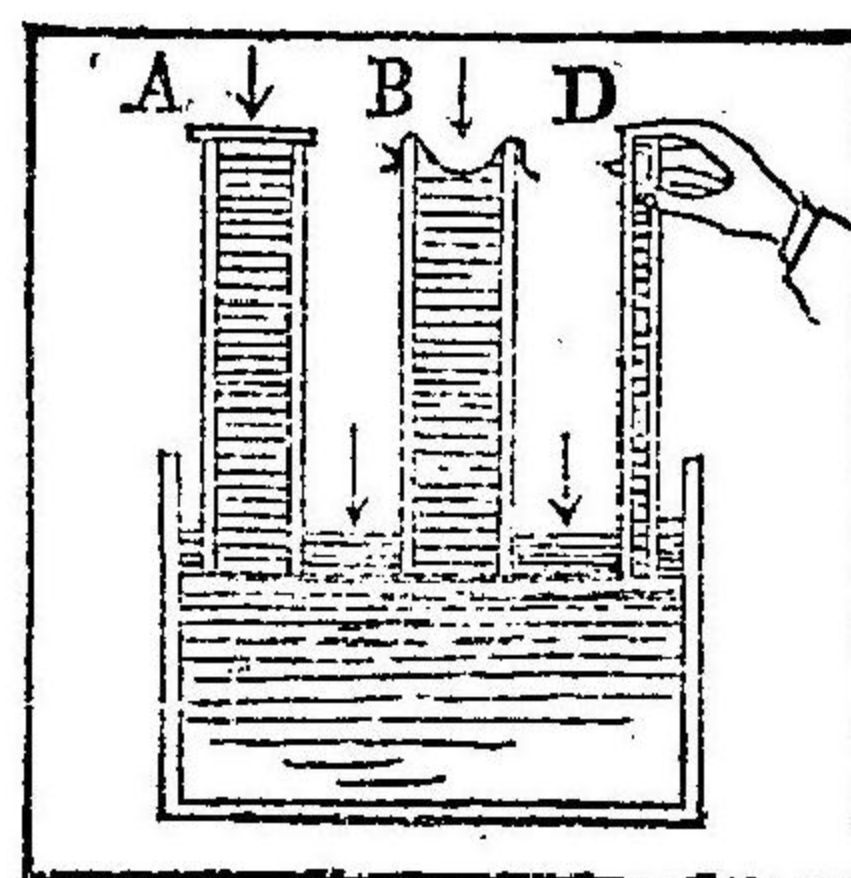
人類ハ水洋ノ上層、大氣ノ下層ニ棲息ス、即チ氣液兩體ノ相接合スル境界所ニ在ルモノナリ。而シテ大氣ヲ構成スル所ノ氣體分子モ、海洋ノ液體分子モ、共ニ重力ニ影響セラル、ヲ以テ、地球ノ中心ヲ指シテ降下セントスルノ傾向アリ、故ニ重量ヲ有

ス、是レ氣液兩體ノ其下部ニ位スル物體ノ上ニ壓力ヲ及ボス所以ナリ。但シ液體ノ重力ニ感ズル證據ハ雨滴ノ降下スル河水ノ流下シ且ツ水車ヲ運轉スル等、日常目撃スル所ナレドモ空氣ノ下壓ヲ有スルコトノ如キハ特ニ之ヲ證スルノ方法ナカルベカラズ。吾人試ミニ一桶ヲ井水中ニ下サンニ、其水中ニ沈メルトキニアリテハ水之ニ充ツルモ吾人ハ桶中ノ水ノ重量ヲ感ズルコトナシト雖、之ヲ水面上ニ引キ上ケントスルトキニ於テハ遽ニ其重量ヲ感ズルガ如ク、若シ大氣外ノ空際ニアリテ一桶ノ空氣ヲ大氣中ヨリ引キ掲グルコトヲ得タランニハ、同ジク重量ヲ感ゼザルヲ得ザルベシ、潜水者ガ水底ニ入ルモ、水ノ重量ヲ感ゼザルガ如ク、大氣ノ底所ニ在ル吾人モ亦其重量ヲ感ゼザルハ恠ムニ足ラズ。

空氣ノ重量ヲ有スルコトヲ證スル簡易ノ法ハ、口ニ活栓ノ裝置アル球形ノ大ぶらすコトヲ取り、其重量ヲ驗シ、次ギニ排氣器ヲ以テ其中ノ空氣ヲ排除シ而シテ後其重量ヲ驗スレバ、最初秤量セシトキヨリ、ぶらすコトノ重量減少スルヲ曉ルベシ、此ノ減少ハ即チぶらすコトヨリ排除スル空氣ノ重量ナリ。

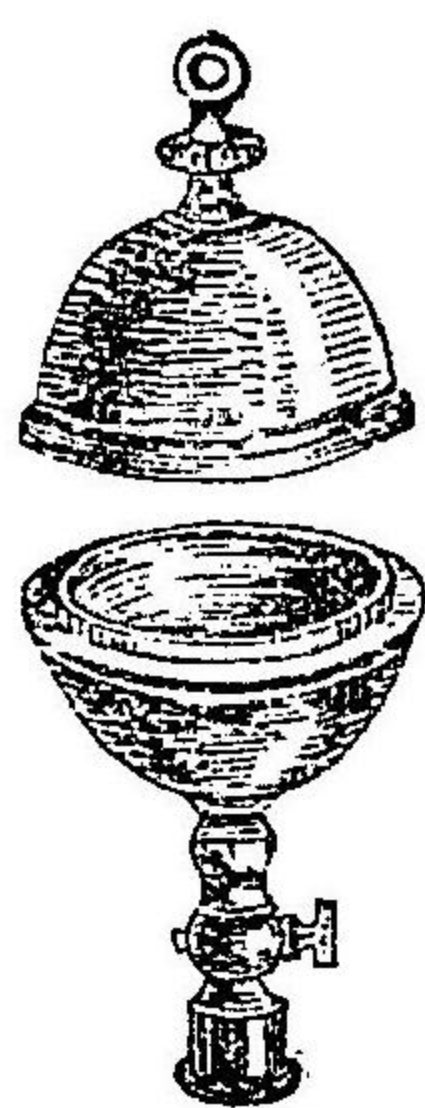
兩端開通セル細管ヲ水中ニ挿入シ(第六十一圖D)管ノ上端ヲ殆ト水中ニ没シタル

圖一十六第



下キニ指頭ヲ以テ上端ノ口ヲ塞ギテ之ヲ引上ケル  
 モ、管中ノ水ハ決シテ下降セザルベク、管ノ下端ヲシ  
 テ水面ヲ離レシムルモ、水尙下ラザルベシ、是レ空氣  
 ノ下ヨリ管中ノ水ヲ壓スルガ故ナリ。若シ上口ヲ開  
 ケバ水忽チ降下セン、是レ上ヨリモ亦空氣ノ壓スル  
 アリテ、上下ノ壓力相平均スルヲ以テ、管中ノ水ハ自  
 己ノ重量ニ隨テ降下スルモノナリ。

又同圖ニ示スガ如クA、B二箇ノ管アリAハ底ヲ有シ、Bハ兩端開通スルモノニテ  
 其ノ一端ニ護膜ニテ假底ヲ作りタルモノナリ。今此ノ兩管ニ水ヲ充テ、器中ノ水  
 ニ倒立スルニ、A管ニ於テハ底ハ堅硬ナルヲ以テ之ヨリ空氣ノ壓力管中ノ水ニ及  
 フコトナシ、然ルニ器ノ水面ハ空氣ノ下壓ニ遭フカ故ニ、管中ノ水下ラズシテ能ク  
 高キニ留マルコトヲ得ルナリ、B管ニ於テハ底ハ護膜ナルヲ以テ、幾分カ空氣ノ  
 下壓ノタメニ凹入セザルヲ得ズ、又Dノ場合ニ於テハ指頭ハ管ニ接着セシメラル  
 ヲ、壓ヲ感ズベシ、是レ空氣ノ下壓ニ由ルナリ。凡テA、B、D、管中ニ水ノ留マリテ降下



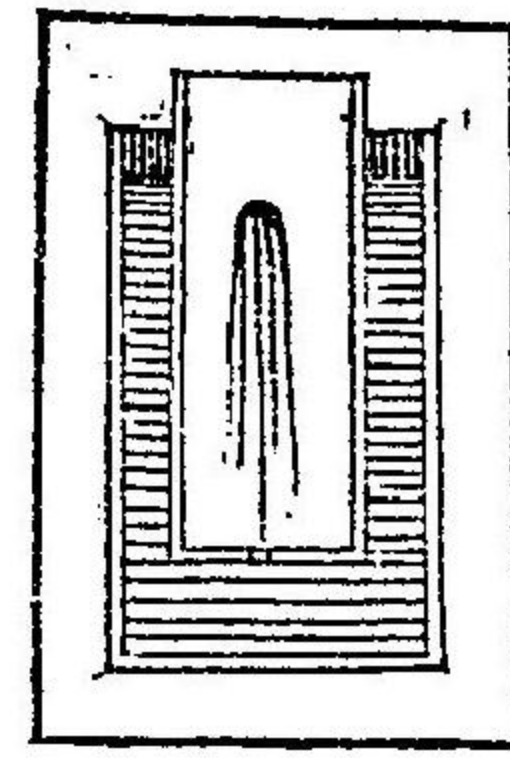
第六十二圖

物體ノ上ニ及ボスモノナルコトヲ證スルニ足ル。

セサルハ大氣ノ器水面ヲ壓スルニ由ルコト勿論ナリ、若シ管ノ上口ヲ開ケバ空氣  
 ノ下壓更ニ加ハルヲ以テ水ハ下降スルナリ。  
 空氣ハ單ニ上壓下壓ノミナラズ、其ノ四圍八面ヨリ壓力ヲ及ボスモノナルコトヲ  
 證スルノ器ハまぐでばあや半球ニ若クハナシ。該器第六十二圖(ハ二箇ノ空洞ナル  
 眞鍮製ノ半球ヨリ成ル、其下部ニ位スルモノノ中央部ハ細溝ヲ以テ縦ニ穿通セラ  
 レ、溝ノ中途ニ活栓アリ、今若シ兩半球ヲ密合シ、溝ヨリ其ノ中ノ空氣ヲ排除シテ活  
 栓ヲ閉チ、外氣ヲシテ再ビ之ニ入ルコト能ハザラシムレバ、兩半球ハ相緊着シテ強  
 大ナル力ニテ離開セントスルモ能ハザルヘシ、然  
 レトモ、活栓ヲ開キテ空氣ヲ入ルレバ内部ヨリノ  
 空氣ノ壓力ハ外部ノ壓力ト相平均スルヲ以テ、兩  
 半球ハ容易ニ離開スヘシ。但シ其空氣ヲ排除シタ  
 ルトキニハ如何ナル方向ニ之ヲ引クモ離開セザ  
 ルヲ以テ、此ノ實驗ハ大氣四圍八面ヨリ其壓力ヲ

水モ亦空氣ト同ジク其中ニ入レルモノヲ四圍八面ヨリ壓スルモノナリ廣口壺ノ口ヲ護謨膜ヲ以テ密ニ塞ギ之ヲ水中ニ入ルレバ之ヲ横ニスルモ又豎ニスルモ其他何如ナル位地ニ置クモ護謨膜必ズ壞ノ内方ニ凹入スルモノナリ(壺質ハ堅硬ナルヲ以テ此ノ壓力ニ感ゼズ)是レ水ハ其中ニ入レル物體ヲ四圍八面ヨリ壓搾スルノ證ナリ。

第六十三圖

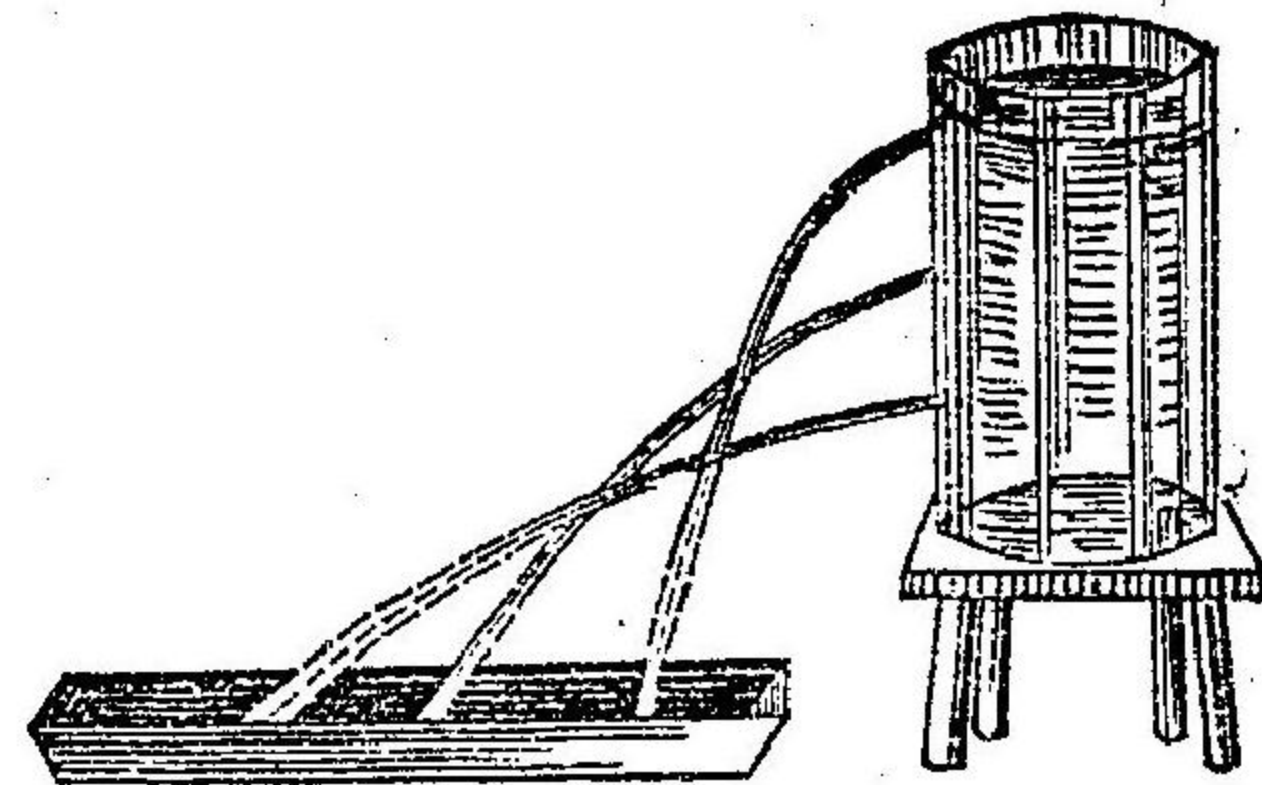


第六十四圖

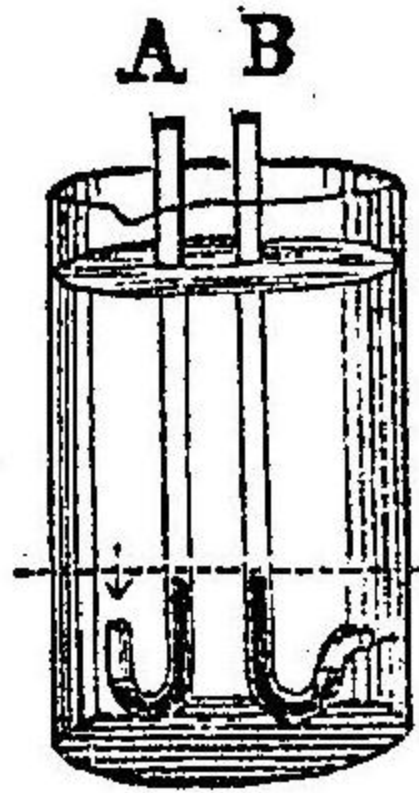
流動體ノ壓力ハ深サニ從テ増加ス

第六十三圖ニ於テ管ヲ深ク浸入スレハ小孔ヨリ噴上スル水勢愈々強カルベシ第六十四圖ニ於テハ側邊ヨリ流出スル水ノ速度ハ孔ノ位置器底ニ近ツクニ隨ヒ強大トナル又廣口壺ニ護謨膜ヲ裝シタルモノヲ水中ニ投入シ

第六十四圖



第六十五圖

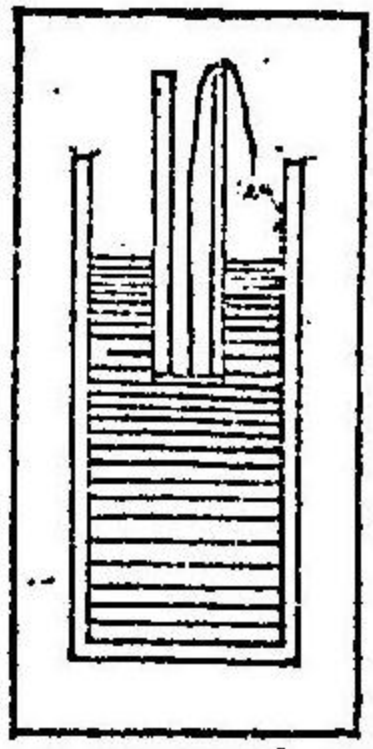


之ヲ深降スルコト愈々深キニ從ヒ護謨ノ凹入愈々甚シカルヘシ壺ニ密栓ヲ附ケ之ヲ深キ海洋ニ沈降スルニ栓ハ壺内ニ押入セラルカ左ナキトキハ壺ハ水ノ壓力ニ堪へ得ズシテ破裂スヘシ大氣ノ壓力モ亦其ノ下底即チ地球表面ニアリテ最モ強クゾレヨリ高ク實際ニ上ルニ從ヒテ次第ニ減少スルモノナルコトハ氣壓計ノ條下ニ説カン。

同一ノ水平ニ於テハ各方ニ壓スル水壓相等シ 二個ノ曲管アリ一管Aノ下部ニ水銀ヲ充テテ之ヲ水中ニ入ルレハ水ノ下壓アルガタメニ水銀ハ短脚ヨリ長脚ニ向ヒ少シク上ルベシ次ギニ他ノB曲管ニAニ入レタルモノト同量ノ水銀ヲ充テ之ヲ入レ短脚ノ口ヲシテAノ短脚口ト同一ノ水平ニ至ラシムレハBノ長脚ニ水銀ノ上ル高サハA管ニ於テ上ル



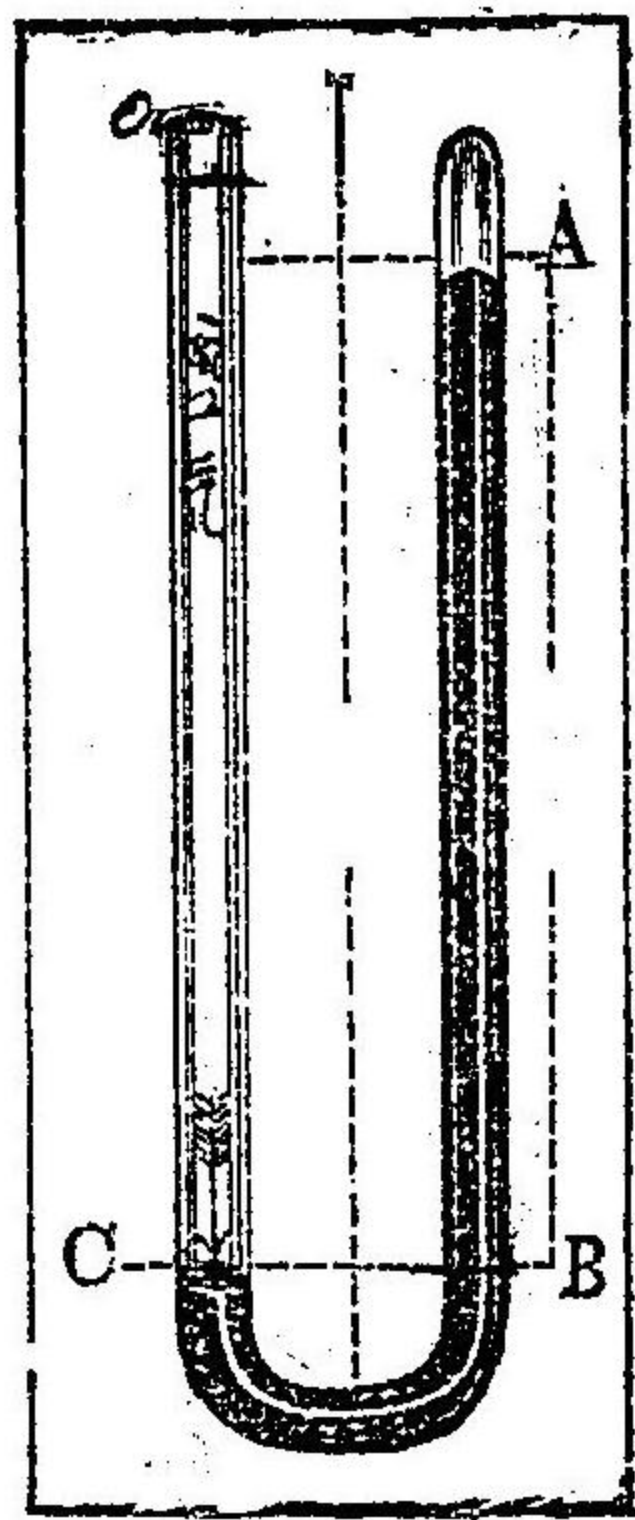
第六十六圖



ト同一ナリ、然ルニB管ニ水銀ノ上ルハ短脚ヨリ横ニ  
 壓サル、故ナルヲ以テ、Aノ短脚口ヨリ來ル下壓力ト、  
 Bノ短脚口ヨリ來ル側壓力ト、兩口共ニ同一ノ水平ニア  
 ルトキハ相等シキヲ知ル。若シ兩管ノ短脚口同一ノ水  
 平ニアラザレバ長脚ニ於テ水銀ノ上ルコト同一ナラ  
 サルモノナリ。又圓筒形ノらん<sup>ホヤ</sup>火屋ノ一端ヲ磨シ、金屬製ノ一小圓板ヲシテ之  
 ト密合スルコトヲ得ベカラシメ、圓板ノ中央ニ一糸ヲ附ケ糸ヲ引キテ圓板ヲ筒ノ  
 一端ニ密接シ、以テ其口ヲ塞キ、水盃中ニ沈ムルニ、圓板ハ筒ヲ離レザルベク、愈々下  
 セバ愈々離レ難カルベシ。今少シク水ヲ筒ニ注ギ見ルニ、圓板尙ホ離レザルモ、漸ク  
 増シテ筒内ノ水面ト筒外ノ水面ト殆ト同一ノ高サニ達スレバ、底板忽チ筒ヲ離レ  
 テ沈マン。是レ圓板ニ受クル所ノ上壓力ハ筒内ニ充テタル水柱ノ下壓即チ重量ト  
 相均キヲ證スルモノナリ。以上ノ實驗ハ同一ノ深サニアリテハ水ノ下壓モ上壓モ  
 又側壓モ同一ナルコトヲ知ラシムルニ足ル。

氣壓計 兩脚ノ長サ共ニ八十せんちめトシテ、一脚ノ端ハ閉塞セラ

第六十七圖



レ、管孔ノ横截面ハ一平方せんちめトシテ、其脚端ノ密閉セ  
 ラレタル部分ニ水銀ヲ充塞シ急ニ之ヲ轉倒シテ第六十七圖ノ位置ヲ取ラシムレ  
 バ、閉塞シタル脚ニ於ケル水銀ハ少  
 シク下リテAニ至リ、其上部ニ殆ト  
 ニせんちめトシテ計リノ真空ヲ殘  
 スベク、餘分ノ水銀ハ他脚ニ於テ少  
 シク上リCニ達スベク、A點ハC點  
 ヨリ凡ソ七十六せんちめトシテ、凡  
 我ガ曲尺二尺五寸高カルベシ。A B水銀柱ノ全ク下降セズシテ七十六せんちめト  
 するノ高サヲ保ツハ、空氣ガ開端ヨリ入り來リ、Cヨリ水銀ヲ壓下シ、彼此相平均ス  
 ルガ故ナリ。故ニ七十六せんちめトシテ、アルB A水銀柱ノ重量ハ大氣ノ上端ヨリ  
 C點ニ至ルマデノ空氣柱ノ其横截面一平方せんちめトシテ、其有スルモノノ重量  
 ニ等シカルベシ。但大氣ノ上端マデニハ幾何ノ距離アルヤ精密ニ之ヲ知ルコトヲ  
 得ズト雖、一平方せんちめトシテ、及ボス大氣ノ壓力ハ正ニA B水銀柱ノ壓力ニ

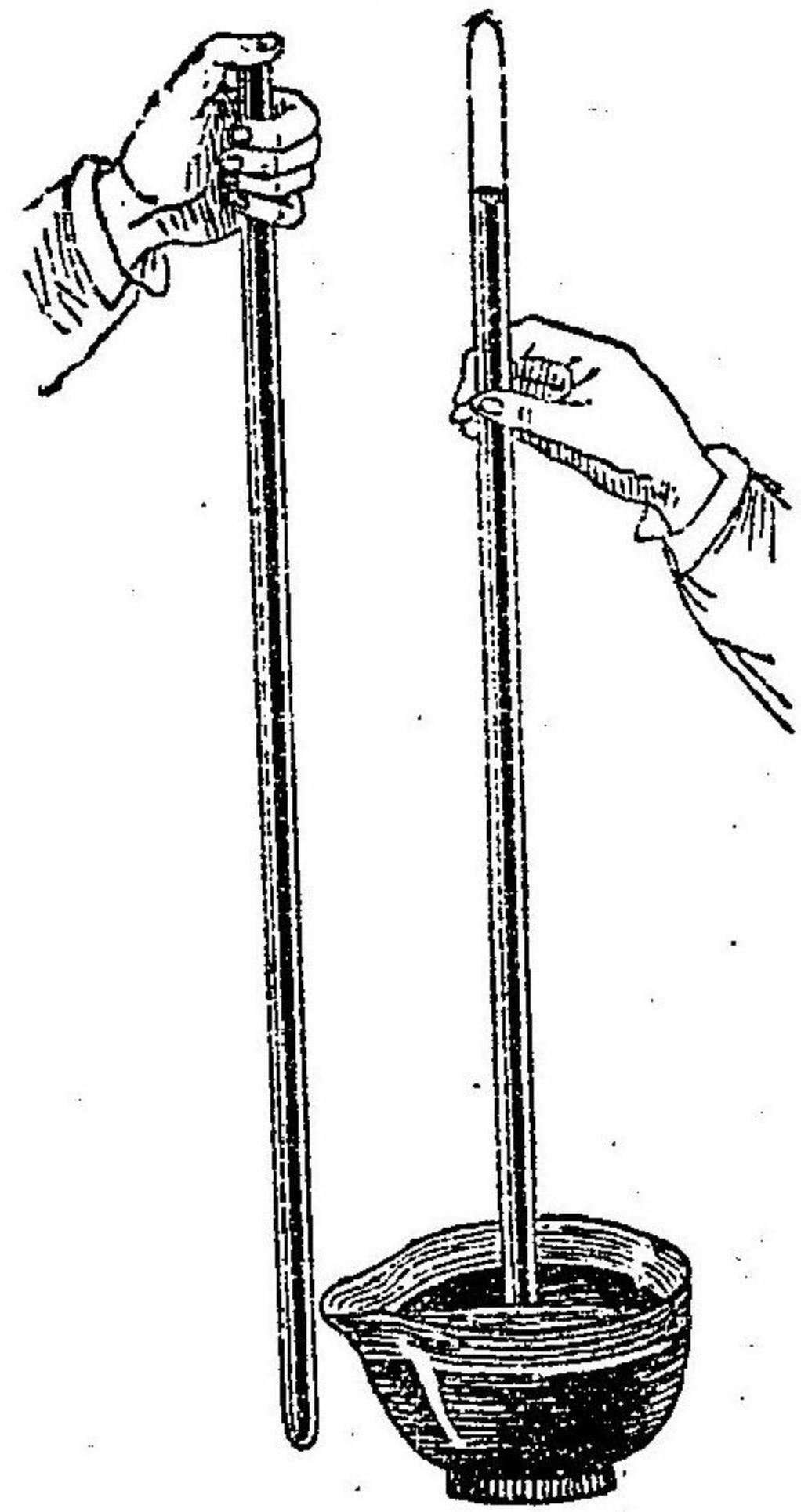
等シキコト疑フベカラズ。

實測ニヨレハA Bナル水銀柱七十六センチメートルとるハ一〇三三三々らむノ重量ヲ有ス、假リニ一〇〇〇々らむ即チ一きろぐらむト見積レハ、大氣ノ上端ヨリ地上ニ達スルマデノ長サアリテ、一平方センチメートルノ横截面ヲ有スル空氣柱ノ重量ハ、殆ト一きろぐらむナリ、換言スレバ地上ニ於ケル物體ハ皆悉ク一平方センチメートルとるノ面積上ニ一きろぐらむノ氣壓所謂一氣壓ヲ受クルモノト知ルベシ、二氣壓三氣壓トハ一平方センチメートルとるノ面積毎ニ二きろぐらむ、三きろぐらむノ割合ニ當ル強キ壓力ヲ云フナリ。

第六十八圖ハ通常空氣ノ壓力ヲ檢定スルニ用ヒル裝置ヲ示ス。八十五センチメートルとる計リノ長サアリテ一端ハ閉合セル細管ニ充分水銀ヲ盛り、其口ヲ拇指ニテ塞ギ、水銀ノ漏レザル様注意シテ管口ヲ他ノ水銀ヲ盛レル盃ノ中ニ入レテ拇指ヲ放テバ、管中ノ水銀ハ大氣ノ壓力ト平均ヲ得ルニ至ルマデ沈降シ、上部ニ真空ヲ殘シ、殆ト七十六センチメートルとるノ水銀柱ヲ止ムベシ。此ノ實驗ハ始メ伊太利亞ノ人トリセリノ創意ニ係ルモノニテ、斯クセルモノヲ氣壓計又風雨計ト云フ。管ノ上端ニ於

ケル真空ヲとりせりノ真空ト云フ。

第六十八圖



大氣ノ壓力ハ種々ノ原因ニ依リ絶エズ變更アルモノナレバ、氣壓計ニ於ケル水銀柱ノ高サハ常ニ少シ計リノ昇降アリテ、變更止マザルモノナリ。斯ク氣壓計ハ大氣ノ壓力ニ於ケル些少ノ變化ヲモ精密ニ指示スルモノニシテ

大氣ノ壓力ニ於ケル急激ノ變化ハ風雨快晴ノ原因トナレバ、氣壓計ニ依リテ以テ晴雨ヲトスルコトヲ得ベシ、是レ晴雨計ノ名アル所以ナリ。同一ノ地ニ於ケル氣壓計ノ水銀柱ニ於テ急激ノ降下アレバ、暴風雨ノ兆ニシテ、水銀柱大ニ昇レバ快晴ノ兆ト知ルベシ。

氣壓計ヲ持シ高山ニ昇ランニ、水銀柱ハ次第ニ降下シ、愈々昇レバ愈々下ル、是レ大

氣ノ壓力ハ山麓ヨリ山ノ頂上ニ近ツクニ隨ヒ次第ニ減少スルコトヲ示スモノナリ、故ニ大氣ノ壓力ハ水ノ壓力ト同シク深サニヨリ増減スルコトヲ了スベシ、但シ海面上ニ於ケル大氣ノ壓力ハ平均七十六センチメートルナリ、推算ニヨレバ若シ三哩ノ高處ニ到レバ大氣ノ濃度ハ其海面上ニ於ケル時ノ二分ノ一餘ニ減ジ、六哩ノ高サニ於テハ四分ノ一トナリ九哩ナレバ八分ノ一、十五哩ナレバ十分ノ一、三十五哩ナレバ三十分ノ一トナルベシト云フ、故ニ大氣ノ大部分ハ其地球ニ接近スル所ニアルコトヲ知ル、之ト反シテ若シ地球表面ヨリ地下ニ三十五哩ノ深サアル鉛直溝ヲ穿チタリトセンニ、其穴ノ底ニ於ケル空氣ノ濃度ハ海面上ノ濃度ニ比シテ當ニ一千倍強カルベキヲ算定セリ、斯クノ如キ坑底ノ空氣ハ能ク水ヲ浮バシムル程ノ濃厚度ヲ有ス。

又大氣ノ上端マデ幾哩アルヤ未タ判然セズ、理學者ノ算定ニヨレバ五十哩乃至二百哩ナリ、若シ大氣ノ濃度ニシテ上層下層共ニ等シク、通ジテ海面上ニ於ケル濃度ヲ有スルモノナランニハ、其ノ高サハ五哩ニ過ギザルベク、斯カル場合ニ於テハひまらや山ノ頂上ハ大氣ノ外ニ出デン。

氣體ノ膨脹及ビ收縮

液體及ビ氣體ニ在リテ深サノ増スニ從ヒ壓力増

加スル所以ハ、愈々下ルニ從ヒ其上ニ層ム所ノ實質多ク、下ノ層ハ悉ク上ノ層ノ重量ヲ支持セザルヲ得ザルガ故ナリ、液體ナレバ層ノ上下ニアルヲ問ハズ、溫度殆ト均等ナルヲ以テ、其壓力ハ深サニ正比例シテ増スヘシト雖、大氣ノ如キニ於テハ則チ然ラズ、其ノ濃度ハ上層下層著シク相違スルコト既ニ述ブルガ如シ、今水ト空氣ノ收縮性ヲ比較センニ、若シ水ガ一氣壓(一氣壓トハ大氣ノ壓力ト同一ノ壓力ニシテ一平方センチメートル毎ニ殆一きるぐらひノ壓力ヲ云フ)ノ壓力ヲ受クレバ、其ノ容積ノ〇.〇〇〇四五七分收縮ス、之ト反シテ空氣ガ同一ノ壓力ヲ受クレバ其容積ハ二分ノ一トナル、斯ク水ノ濃度ノ壓力ニ影響セラル、コト至リテ少キガ故ニ實際水ノ濃度ハ深サニ依リテ増減ナシト考ヘテ可ナリ。

今類例ニ照ラスニ、液體ニ於ケル壓力ノ深サニ從テ増加スルハ恰モ煉化石ヲ積メルトキニ、各煉化石ノ受クル所ノ壓力ハ其上端ヨリ降ルニ從ヒ正比例ニ増スト同シ、之ト反シテ氣體ノ各層ノ壓力ヲ受ケテ收縮スルハ、恰モ羊毛ヲ積メルガ如シ、各毛片ノ容積ハ其受クル所ノ壓力ニ依テ相違アリ、即チ下部ノモノハ愈々壓縮セラ

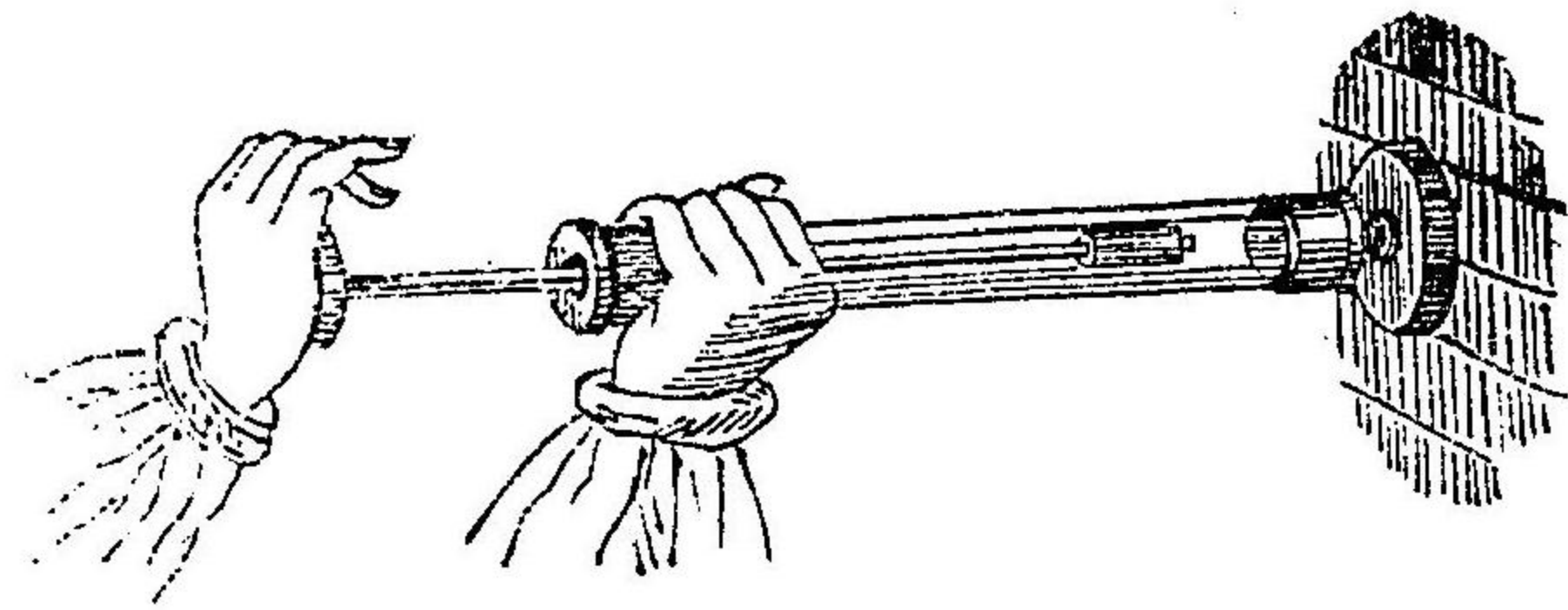
ルル故ニ各片ノ受クル處ノ壓力ハ深サニ正比例セズ。例ヘハ二丈ノ深サアル處ノ壓力ハ、一丈ノ深サアル所ノ壓力ニ二倍スルヨリモ更ニ強シ、何ントナレハ下ノ部分ハ上ノ部分ヨリ多クノ毛片ヲ有スルヲ以テナリ。

瓦斯ハ斯ク壓搾ヲ受ケテ收縮スル性アルトトモニ、壓搾去レバ其ノ容積ヲ恢復スルノ彈性アリ、實ニ流動體ノ彈性ハ完全ナルモノナリ、詳言スレバ膨脹セントスル反動力ハ外部ヨリ壓縮セラル、トキノ力ニ同ジ、故ニ壓搾セラル、モ壓力去レバ必ズ其ノ最初ノ容積ヲ恢復ス。但シ液體ハ甚ダ宏大ナル壓力ニ遇ハサレバ收縮セザルモノナルヲ以テ、實際上收縮シ得ベカラザルモノト見做スベク、其體ノ如キハ外力ノ之ヲ壓縮スルモノナケレバ限リナク膨脹ス。

好適ノ唧子ヲ有スル水銃ノ如キモノ、外端ヲ閉ヂテ、唧子ヲ推シ、筒内ノ空氣ヲ壓スレバ、能ク收縮スベキモ、壓ヲ去レバ筒内ノ空氣ハ再ビ原積ニ復シ、唧子亦原位ニ歸ル、次ギニ唧子ヲ抽キ出シ、筒内ノ空氣ヲ膨脹セシメ、而シテ後手ヲ放テバ唧子又舊位ニ復シ、空氣原積ヲ保持スベシ、(第六十九圖)。

護膜製ノ囊ニ空氣ヲ半バ充テ、其口部ヲ密ニ結び、之ヲ排氣鐘中ニ置キテ鐘内ノ空

圖九十六第

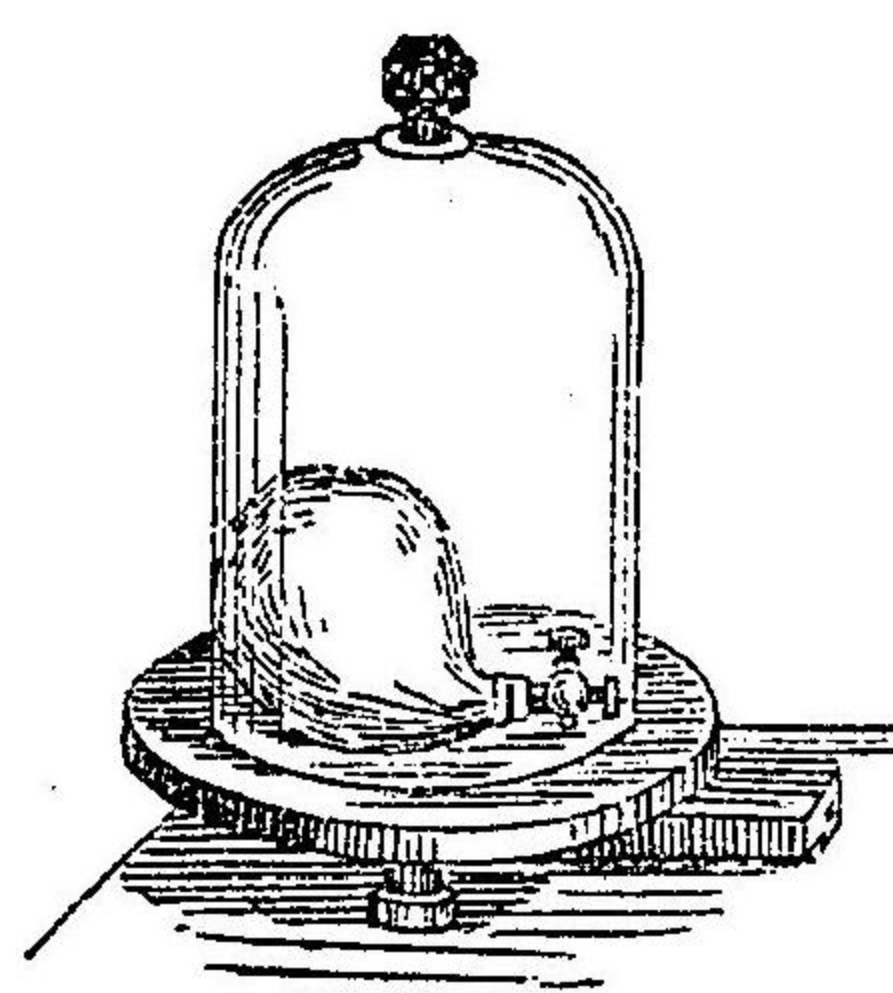


氣ヲ抽出スレバ、囊ハ漸々膨脹シテ遂ニハ破裂スルニ至ルコトアリ、是レ鐘内ノ空氣稀薄シ其ノ壓力減少スルニ從ヒ、囊中ノ空氣膨脹スルニヨリ、囊ヲ充分膨脹セシメテ再ビ空氣ヲ鐘内ニ入ルレハ囊ハ收縮シテ舊態ニ歸スベシ(第七十圖)。

是ニ由テ之ヲ觀レバ空氣ハ恰モ充分卷キ込マレタル彈條ノ如シ若シ機會アラバ忽チ反彈セントスルノ傾向ヲ有スルナリ、而シテ地球表面部ニアル空氣ノ彈力ハ大氣ノ壓力ニ原因スルヲ以テ、反彈力ハ氣壓ト平均スベク、海面上ニ於ケル空氣ノ反彈力ハ通常一平方センチメートル毎ニ一キログラムノ力ナラン。

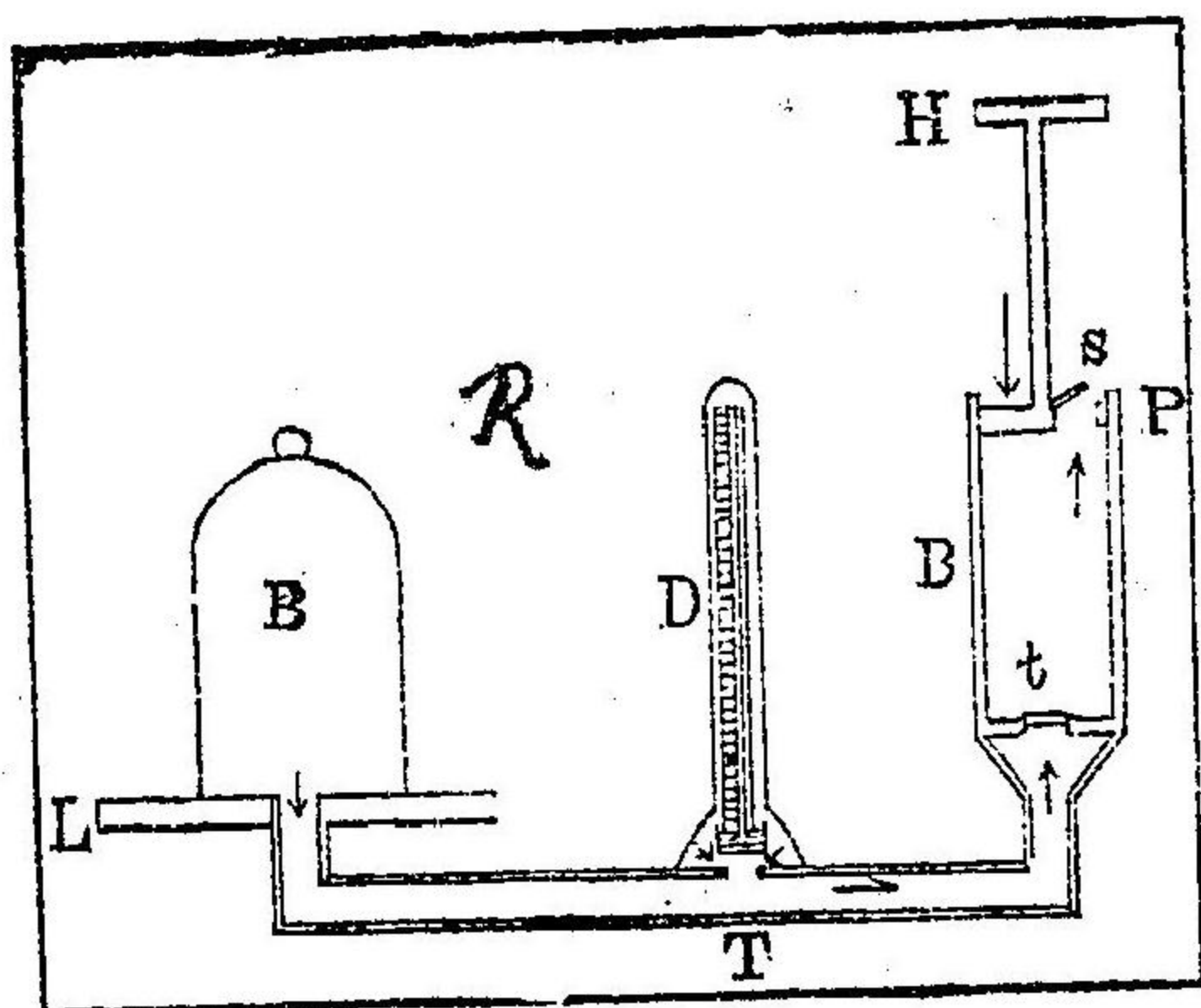
**排氣器** 排氣器トハ空氣ヲ排除スルニ用フル器械ナリ、其裝置ハ第七十一圖ノ如シ。Rハ鐘形玻璃、其底板Lハ平滑ナル圓形金屬ニシテ、玻璃鐘ノ縁底ト密合シ、其間ヨリ空氣ノ漏ル、コトナシ。又金屬板ノ中央ニ孔アリ、是レヨリ曲管

圖十七第



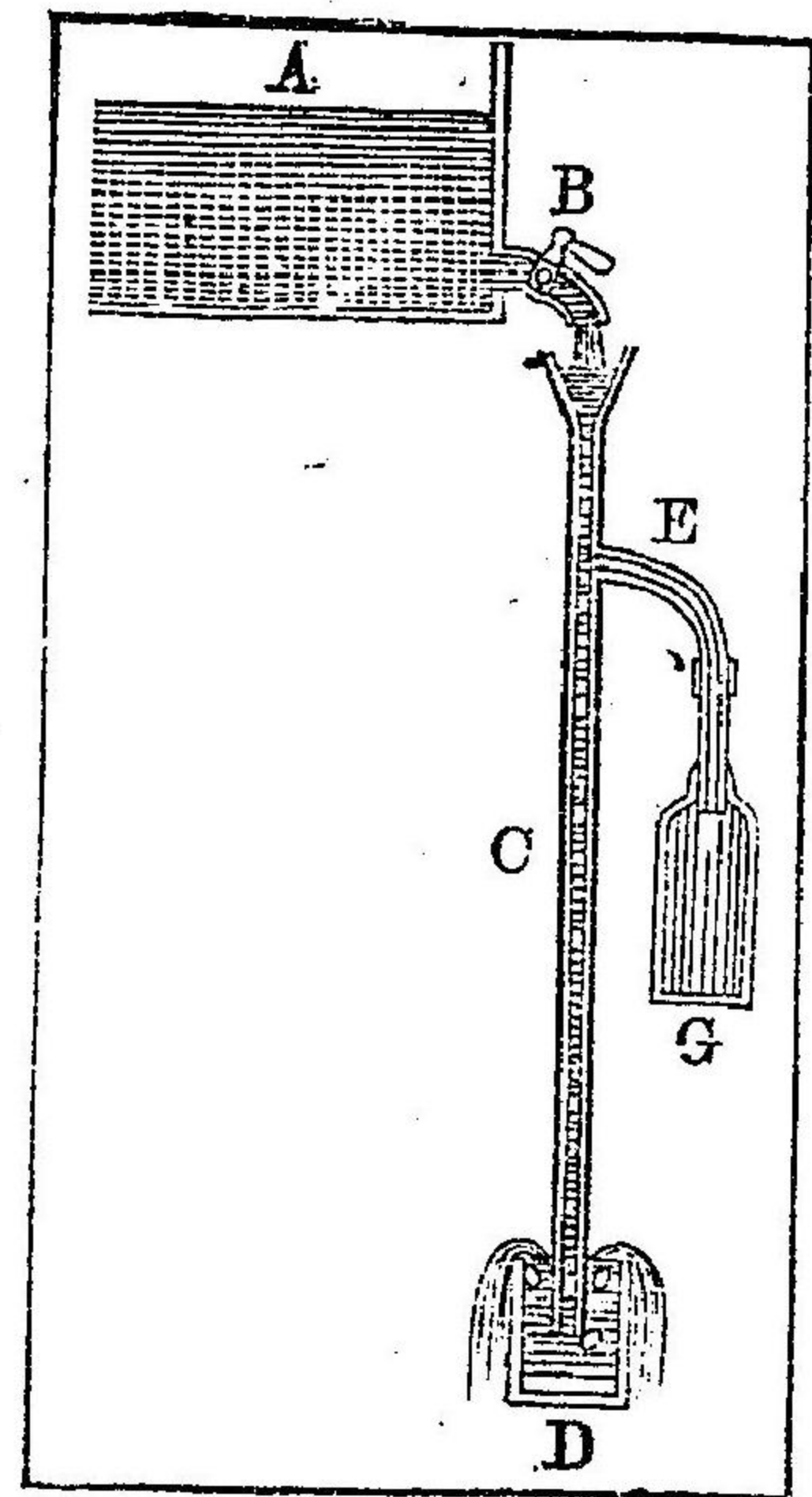
出テ、管ノ他端ニ唧筒Bヲ裝ス。Pハ筒中ニ密合スル活塞ニシテ、Sナル小瓣ヲ具ヘ、筒ノ下部ニモ亦ナル小瓣アリ。若シ把柄Hヲ持シテ活塞ヲ昇降スレハ、鐘内ノ空氣排除セラルベシ、即チ活塞ヲ擧グレバ、瓣閉チ、B筒中ニ真空ヲ生ズルヲ以テ、鐘中ノ空氣膨脹シ、tヲ開キテ、玆ニ來ル、更ニ活塞ヲ壓下スレハ、筒中ノ空氣ハ下瓣tヲ閉ヂ、上瓣sヲ開キ、之ヨリ器外ニ排出セラル、故ニ活塞ノ一上一下ハ、鐘内ノ空氣ノ幾分ヲ筒中ニ來ラシメ、次デ之ヲ筒外ニ排出ス。但シDハT管ニ通スル氣壓計ナリ、其内ニ於ケル水銀ノ下降ニヨリ、鐘内空氣稀薄ノ度ヲ微知スベシ。今假リニ鐘ノ内容ハ筒ニ十倍シ、活塞ノ一昇降毎ニ鐘内ノ空氣ノ十分一ヲ排除スト、假定スレバ、第一回ノ昇降後鐘内ニ餘ス所ハ十分ノ九ナリ、第二回ノ昇降ニテ十分ノ九ノ十分ノ一ヲ排除スルヲ以テ、十分ノ九ノ十分ノ九ヲ餘ス、故ニ餘ス所ノ空氣ハ  $\left(\frac{9}{10}\right)^2 \times \frac{9}{10}$  ナリ、第三回ノ昇降後ハ  $\left(\frac{9}{10}\right)^3$  ヲ餘シ、第百回ノ昇降後ハ  $\left(\frac{9}{10}\right)^{100}$  ヲ餘スガ如ク、幾回昇降スルモ

圖一十七第



尙鐘中ニ殊留スルモノアリ、全ク鐘中ノ空氣ヲ盡スコト能ハズ。斯カレバ、排氣鐘内ニ於テ真空ヲ得ルコト能ハズ、近來ノ測定ニヨレバ、通常密度ノ空氣一立方センチメートル中ニ存在スル空氣ノ分子ハ二一〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇ナリト云フ。サレバ空氣ヲ其ノ通常密度ノ百萬分ノ一ニ至ルマデ稀薄ニスルモ、苟其ノ一立方センチメートル中ニ二一〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇ノ分子ヲ保有スル割合ナリ。但純粹ナル器械的方法ニヨラズ、木炭片ヲ排氣鐘内ニ置キ、之ヲ熱シテ空氣ヲ排除センニ、木炭ハ其氣孔内ニ含有スル所ノ空氣ヲ排出シテ、鐘内ノ空氣ト共ニ鐘外ニ出デシムベシ、而シテ充分排除シ終ハリタリト思フ頃、木炭ヲ冷却スレバ、此ノ木炭ハ冷却スルニ隨テ鐘内ニ殘留スル空氣ノ大部分ヲ吸收シ、鐘内ノ空氣ヲシテ愈々

圖二十七第



Aナル函ニ水ヲ充テ之ヲ高處ニ置キ、Bナル嘴ヨリ水ヲシテ自由ニ流出シ得ベカ  
 ラシメ、Cナル長キ管ヲ立テ、其下ハDナル函ノ水中ニ没セシム。又Cノ側ニ枝管E  
 アリ、其ノ端ニ護謨管ヲ以テ、之レヨリ空氣ヲ排除セントスル器ニ接ス。水ノC管ヲ  
 自由ニ下ルニ方リテハ側壓ナキヲ以テ、Eニ入ルコトナシ。而シテ水ハ降ルニ隨ヒ  
 テ下ノ部分ハ速度次第ニ増スガ故ニ、斷切シテ流下シ、管中ニ真空ヲ生ズルモ、管ノ  
 下端ハ水中ニ挿入シアルヲ以テ、空氣之レヨリ入ルコト能ハズ、故ニG器内ノ空氣  
 ハ膨脹シテE管ヲ通シテC管ノ真空部ニ來リ、其ノ上ヨリ來ル所ノ水ニ壓サレテ

稀薄ナラシム。

又空氣ヲ排除スルニ最モ簡便  
 ナル裝置アリ、即チ第七十二圖  
 ニ於テ示スガ如キモノニテ此  
 裝置ハ甚ダ容易ナルノミナラ  
 ス、又頗ル有効ナルモノトス。其  
 ノ解説ハ下文ノ述ブルガ如シ

下端ヨリ排除セラル、斯クテ、Gノ空氣稀薄トナル。

すぶれんげる氏排氣器ノ原理ハ右ニ同ジ、只水銀ヲ水ニ代用シタルマデナリ。此ノ  
 器ニテ空氣ヲ其ノ通常密度ノ一百万分ノ一以下ニ至ルマデ稀薄ニスルコトヲ得  
 ベシト云フ。

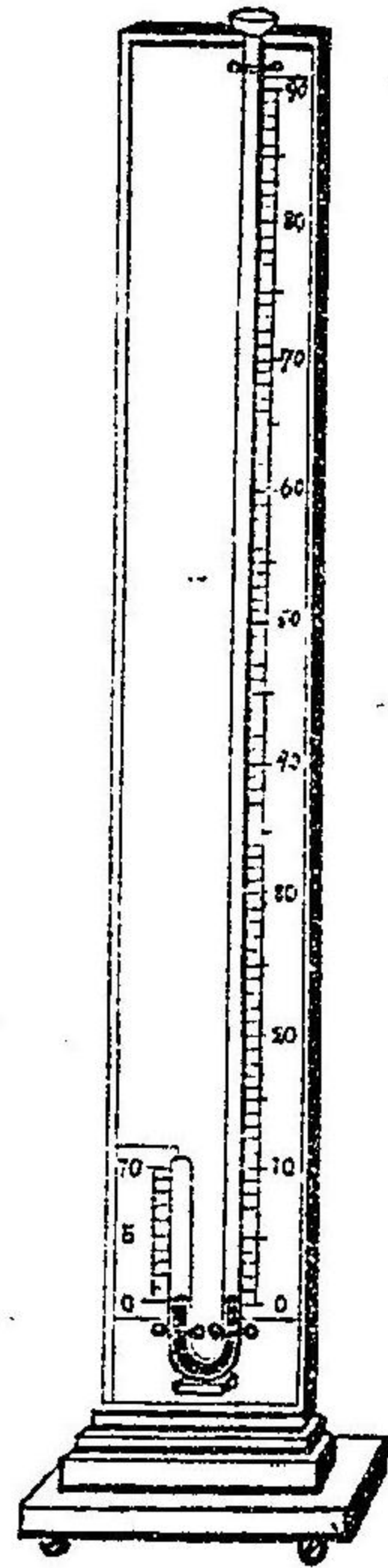
まりれつとノ規則 第七十圖ノ實驗ハ氣體ノ容積タル其ノ受クル處ノ壓

$$P = \rho \cdot g \cdot h = \frac{F}{S}$$

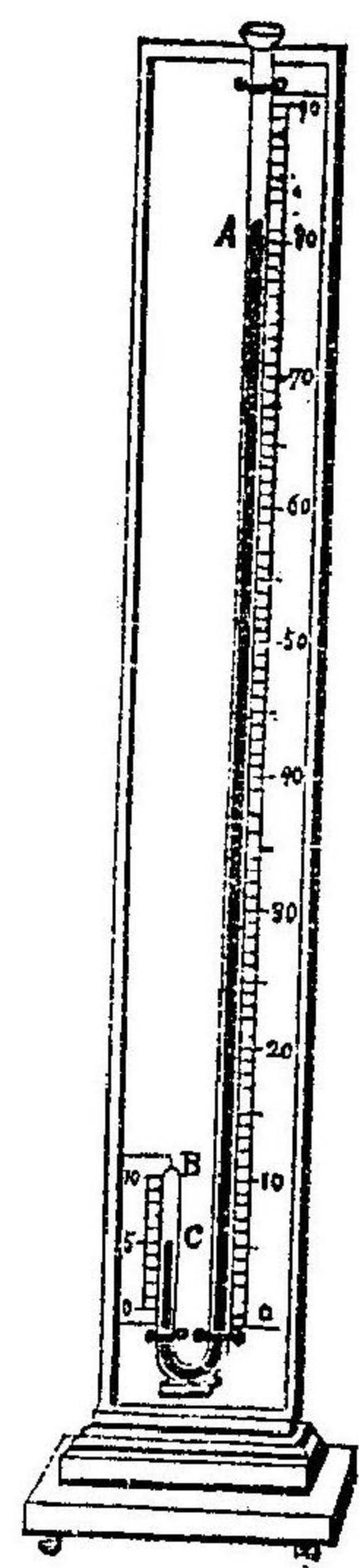
カニ從テ増減スルコトヲ示スモノナリ、而シテ若シ一團ノ瓦斯ヲ壓搾シテ愈々其  
 ノ容積ヲ減縮スレバ其ノ彈力愈々増加スルモノニテ、若シ愈々其ノ容積ヲ膨脹セ  
 シムレハ其ノ彈力ハ愈々減少スベシ。此ノ彈力増減ノ規則ハ始メまりれつと氏ニ  
 ヨリテ發見セラレタリ、故ニ之ヲまりれつとノ規則ト云フ、其ノ言ニ曰ク、溫度一定  
 ノトキニ於テ一定量ノ瓦斯ノ彈力ハ其ノ容積ニ反比例ス、更ニ之ヲ云ハバ一定量  
 ノ瓦斯ノ容積ハ其ノ壓力密度若クハ彈力ニ反比例スト、又此ノ規則ニヨリテ溫度  
 一定ノトキニ氣體ノ彈力ハ密度ニ比例スルモノナルコトヲ知ルベシ。

右ノ規則ヲ證明スルノ裝置ハ第七十三圖及第七十四圖ニアリ、J字形ノ曲管アリ  
 其短脚ハ閉合シ、長脚ハ開口ス。今此ノ管ヲ二脚ニアル空氣ト水銀トヲ測ルニ便ナ

第七十三圖



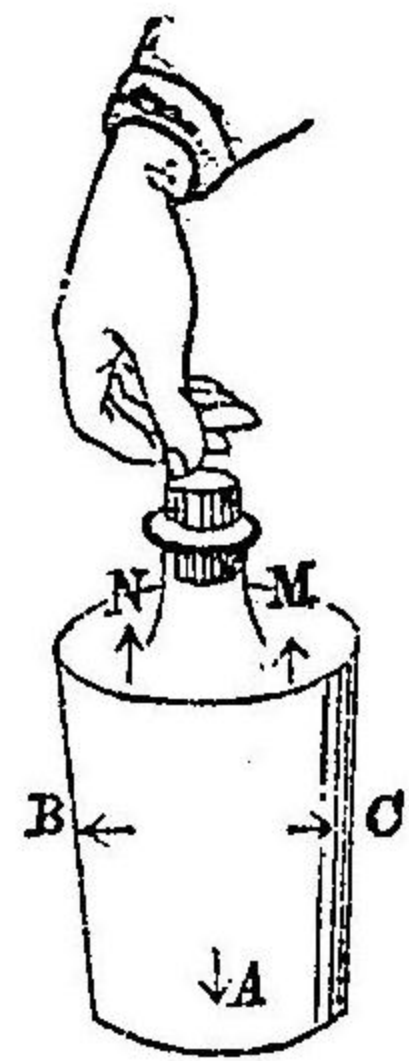
第七十四圖



ル尺度ヲ附セル木架ニ附着シ、之ヲ直立スルコト圖ニ於テ見ルガ如クシ長脚ヨリ水銀ヲ注入シ管ノ屈曲セル部分ニ充テ、以テ兩脚ノ連絡ヲ絶チ、且ツ兩脚ニ於ケル水銀ノ高サヲ同一ニシテ共ニ尺度ノ零點ニアラシムベシ(第七十三圖)短脚ニアル空氣ハ外部ノ大氣ト同一ノ張力ト同一ノ密度ヲ有スルモノナリ。然ルニ長脚ニ水銀ヲ注入スレハ此ノ水銀ハ短脚ニ於ケル空氣ヲ壓搾シ、次第ニ之レヲ縮少ス、而シテ若シ兩脚ニ於ケル水銀柱ノ高サト同高ニナスコト第七十四圖ニ於テ見ルガ如クスレハ、短脚内ノ空氣ハ其ノ原積ノ二分ノ一(B C)ニ縮少スベシ。

壓力ノ傳達

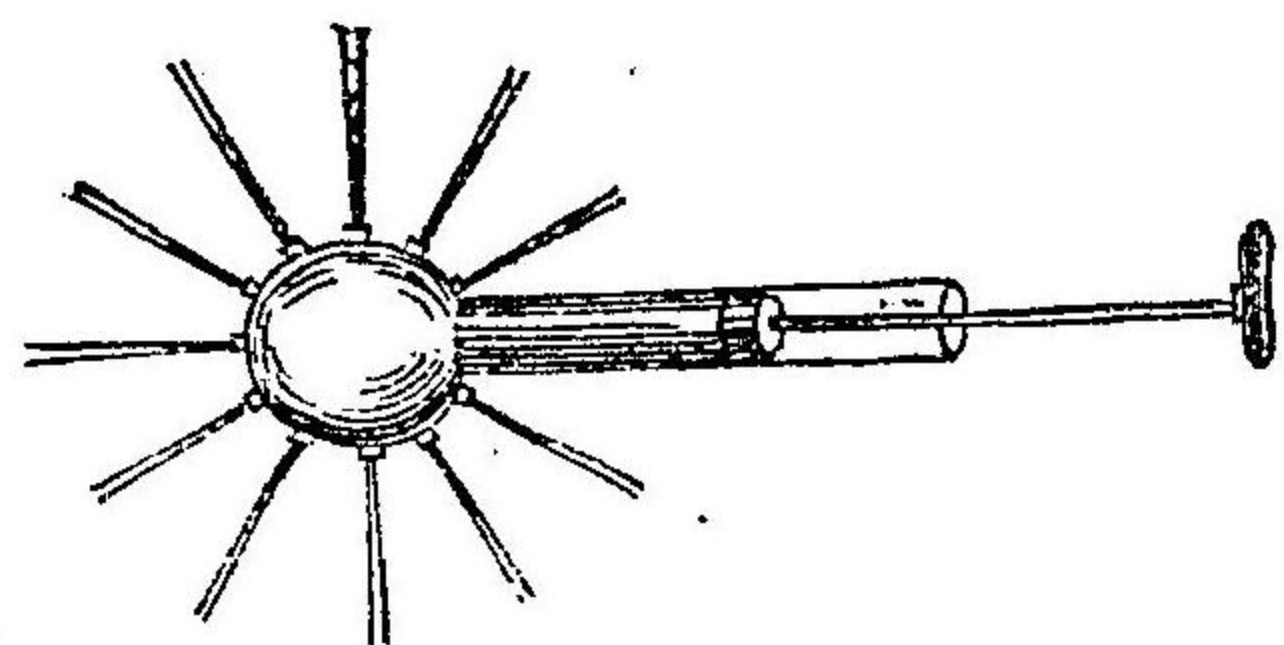
第七十五圖



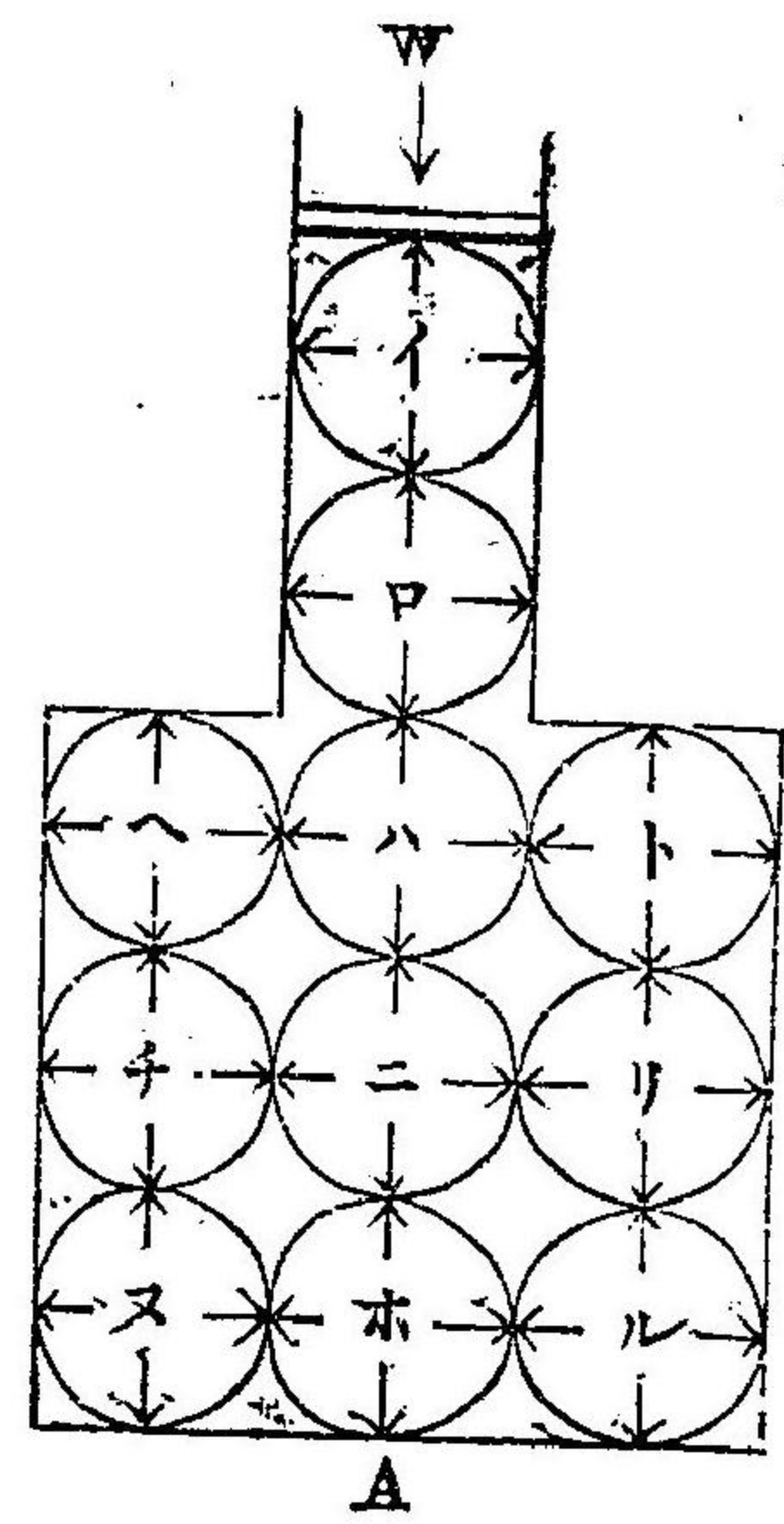
第七十五圖ニ示スガ如キ塊ニ水ヲ充テ其ノ口ニ木栓ヲ裝シ、此木栓ヲ壓セハ其ノ壓力ハマツ直ニ栓ノ下ニアル水分子ニ傳ハリ、其レヨリ更ニ近接スル所ノ分子ニ傳ハリ、斯クシテ遂ニ塊内ノ各部分ニ壓チ及ボスナリ。但シ斯ク塊ノ内面ノ同面積ニ及ブ壓力ハ同一ナルモノトス、今之ヲ證明センニハ第七十六圖ノ器ニヨルベシ、即チ空洞球ノ外

部ニ同形同大ノ小口數個ヲ具シ、之ニ圓筒ヲ附シ、圓筒内ニ密嵌スル活塞アリ、若シ此ノ器ニ水ヲ充テ活塞ヲ壓セバ、小口ヨリ水ノ噴出スル勢ハ同一ナルベシ。即チ口ノ位置何レノ場所ニアルヲ論セス、同一ノ速度ヲ以テ四方ニ噴出スルモノナリ。水ノ壓力ハ均シク各方ニ傳ハルノ理ヲ解セント欲セハ第七十七圖ヲ見ルベシ。今若シAナル器ニ彈力アル輪ヲ充テタリト假定シ、上部ヨリWナル力ヲ以テ壓搾スレバ、其ノ壓力ハ次

第六十七圖



第七十七圖

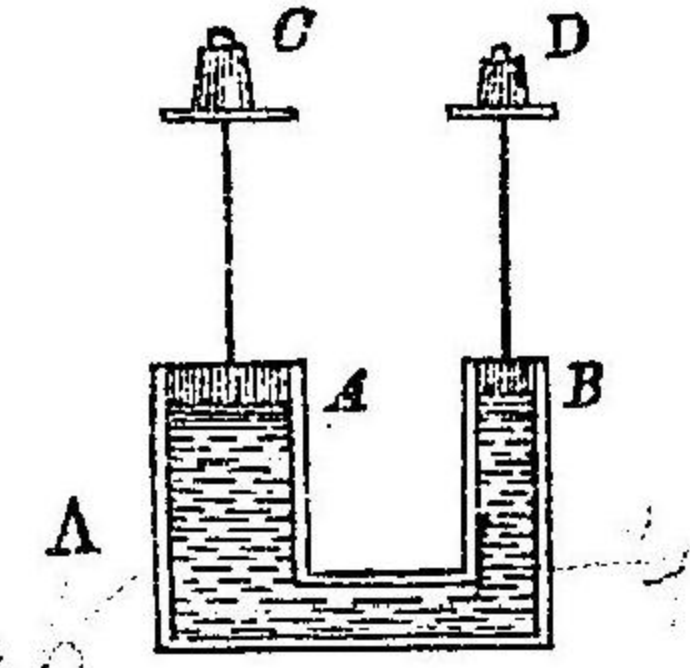


第二下方ニ傳ハルベシ。然ルニ輪ハ元ト彈性ニ富ムヲ以テ單ニ下方ニ其ノ壓力ヲ傳フルノミナラズ、側方及ヒ上方ニモ亦壓力ノ及ブコト矢ニテ示スガ如シ。例ハハ(ハ)ナル輪ノ上部ノ(ロ)ヨリ壓力ヲ

受クルヤ反動(上壓)チ之ニ與ヘ、且ツ側方ノ壓力ハ(ヘ)ト(ト)トニ傳ハリテ、 $\Delta$ 器ノ内側ニ壓力ヲ及ボシ、上方ニモ亦壓力ヲ與ヘ、且ツ各其ノ下部ノ(チ)リ等ニモ亦壓力ヲ與フ。而シテ矢ハ各Wナル力ヲ示ステ以テ、若シ器ノ下面口嘴ノ切斷面ノ三倍ナルトキハ器底ハ三Wノ壓力ヲ受クルコト明カナリ。知ルベシ同一平面ハ同一ノ壓力ヲ受クルモノナルコトヲ。之ト同理ニテ側壓ニテモ上壓ニテモ同一面ニ及ブ壓力ハ同一ナルコトヲ了スベシ。

吾人若シ七十七圖ノA器ヲ變ジテ更ニ七十八圖ノ形ニナシタリトシ、且ツaノ面

第七十八圖



定シ、bノ活塞ヲ十ぐらむ(d)ノ重量ニテ壓セハ、aノ活塞ヲ四十ぐらむ(c)ニテ壓サマレハ互ニ平均セサルコトヲ知ル、何ントナレハaノ面積ハbノ面積ノ四倍ニシテ、aハbト同一面積即チ四平方せんちめいどる上ニ十ぐらむノ壓力ヲ受クルヲ以テ其ノ四倍ナル十六平方せんちめいどる上ニ四十ぐらむノ壓力ヲ受クル割合ナリ、若シ又b塞ノ面積一平方せんちめいどるナランニハ、此ノ上ニ中ル十ぐらむハ能クaニ於ケル百六十ぐらむト平均スヘシ、換言スレハaノ一平方せんちめいどるハ各十ぐらむノ壓力ヲ受クル割合ナリ。但シ此ノ器械ニ於テハ活塞ノ摩擦アルガタメ精密ニ實驗スルコト難シ、故ニ此ノ不便ヲ補フノ裝置ハ活塞ト重量トニ代用スルニ他ノ液ヲ以テスルニアリ、即チ第七十八圖ノ器ニ水銀ヲ充テ、b嘴ニ十ぐらむノ水ヲ注入スレハa嘴ニ於テ幾分カ水銀ノ上ルヲ見ルベク、之ニ四十ぐらむノ水ヲ加ヘザレハ彼ノ上レル水銀ハb嘴ノ水銀ト同高ニ至ラザルベシ。

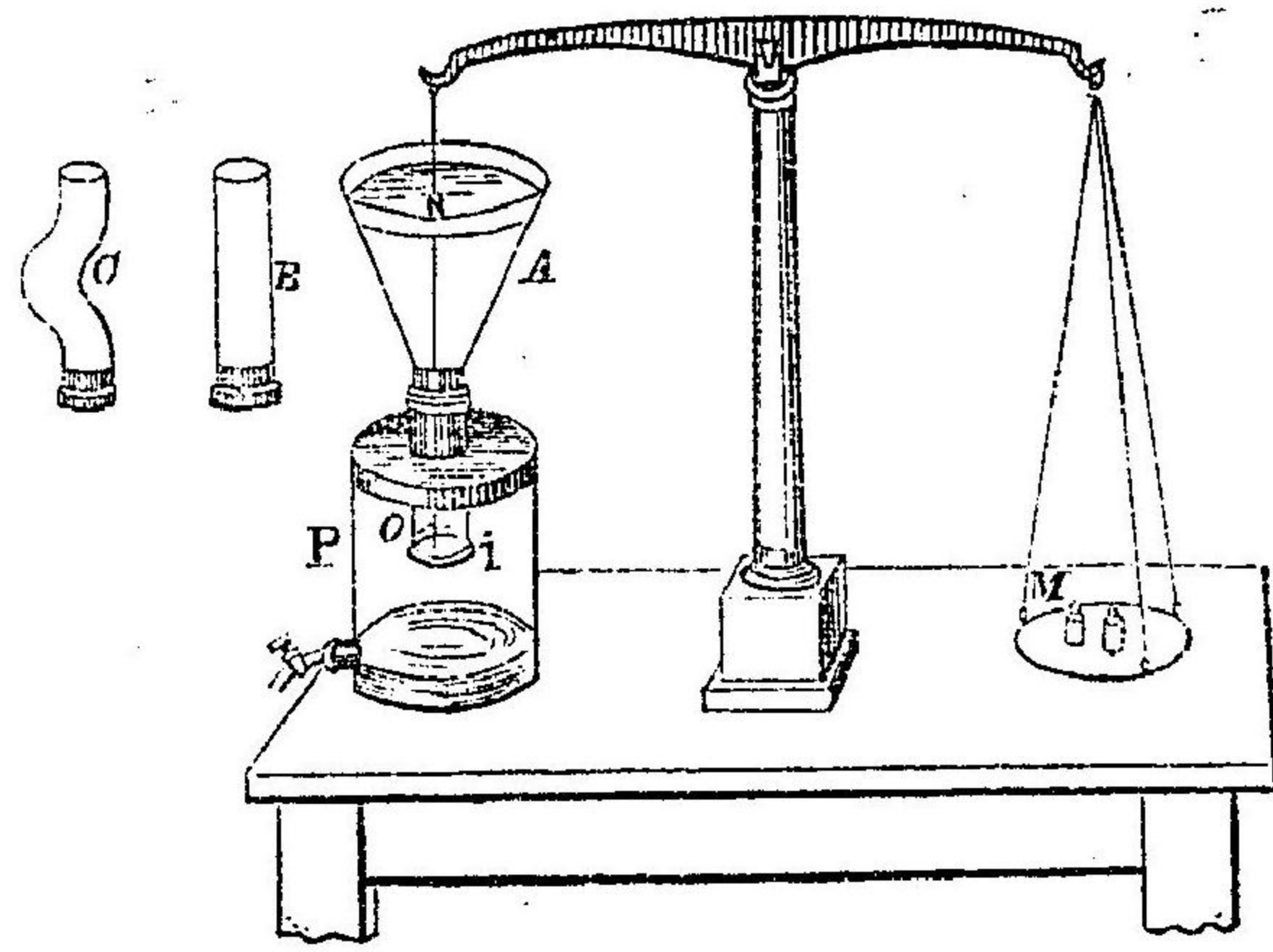
積ハ十六平方せんちめいどるニシテbノ面積ハ四平方せんちめいどるナリト假定シ、bノ活塞ヲ十ぐらむ(d)ノ重量ニテ壓セハ、aノ活塞ヲ四十ぐらむ(c)ニテ壓サマレハ互ニ平均セサルコトヲ知ル、何ントナレハaノ面積ハbノ面積ノ四倍ニシテ、aハbト同一面積即チ四平方せんちめいどる上ニ十ぐらむノ壓力ヲ受クルヲ以テ其ノ四倍ナル十六平方せんちめいどる上ニ四十ぐらむノ壓力ヲ受クル割合ナリ、若シ又b塞ノ面積一平方せんちめいどるナランニハ、此ノ上ニ中ル十ぐらむハ能クaニ於ケル百六十ぐらむト平均スヘシ、換言スレハaノ一平方せんちめいどるハ各十ぐらむノ壓力ヲ受クル割合ナリ。但シ此ノ器械ニ於テハ活塞ノ摩擦アルガタメ精密ニ實驗スルコト難シ、故ニ此ノ不便ヲ補フノ裝置ハ活塞ト重量トニ代用スルニ他ノ液ヲ以テスルニアリ、即チ第七十八圖ノ器ニ水銀ヲ充テ、b嘴ニ十ぐらむノ水ヲ注入スレハa嘴ニ於テ幾分カ水銀ノ上ルヲ見ルベク、之ニ四十ぐらむノ水ヲ加ヘザレハ彼ノ上レル水銀ハb嘴ノ水銀ト同高ニ至ラザルベシ。



是ニ由テ之ヲ觀ルニ一器ノ中ニ密封セラレタル液體ノ一定ノ面積ニ壓力ヲ與フ  
 レハ、器ノ内部ノ同一面ニ同一ノ壓力ヲ及ボスモノニテ、器内ニ受クル所ノ壓力ノ  
 全量ハ外壓ニ供セラレタル部分ノ面積ノ増スニ從テ減スルモノナリ。  
**液體ノ重量ニ基ツク器底ノ壓力** 圓筒形ノ器ニ重液ヲ充ツレハ此ノ  
 液ノ重量ハ器ノ側邊ハ壓力ヲ及ボスベシ。吾人若シ器中ノ液ハ數層ノ液ノ相疊積  
 セルモノヨリ成レリト假定スレハ、各層ハ其下ニ在ル層ヲ壓搾スルカ故ニ愈下レ  
 バ層ノ受クル壓力愈増スベシ。即チ第二ノ層ハ第一ノ層ノ壓力ヲ受ケ、第三ノ層ハ  
 第二第一ノ壓力ヲ受クルカ如シ、但シ液體ノ壓力深サニ從テ増加スルコトハ既ニ  
 講ジタリ。

器底ニ及ブ液體ノ壓力ハ器ノ形狀及ビ之ニ貯フル所ノ液ノ分量ニ關スルコトナ  
 ク、器底ノ面積ト液ノ深サトニ關スルモノナリ。此ノ理ヲ證明スルノ器ハ第七十九  
 圖ニ示スカ如シ。其裝置ハ〇ナル管ノPナル玻璃器ノ蓋ニ支ヘラル、アリ、而シテ  
 螺ノ仕掛ケニ由テ、A、B、Cナル種々形狀ヲ異ニスル器ハ管ノ上端ニ附着セラル、  
 モノトス。又iナル小板アリ、糸ニ由テ管ノ下端ニ密合シ、此ノ糸ノ端ハ天秤ノ一端

第七十九圖

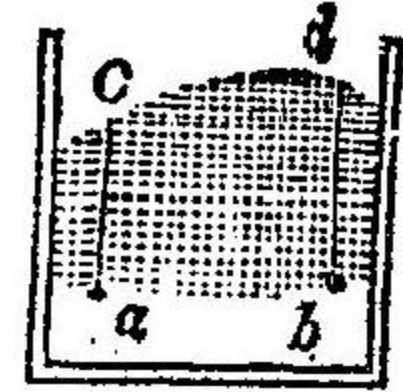


ニ繫カル。今A器ヲ嵌合シテ水ヲ注入シ、  
 天秤ノ皿ニ於ケルMナル重量ト精密ニ  
 平均セシメ、水ノ深サヲ示スタメ糸ニ一  
 點(n)ヲ記スベシ。次ギニB、Cナル他ノ器  
 ナ順次ニ附着シ、水ヲn點マテ充テ、試  
 ムルニMト能ク平均スベク、其レヨリ少  
 シニテモ液ノ深サ増スルハ管ノ下端ノ  
 圓板離レテ水ハ、漏出スベシ、是レ水ノ重  
 量ハMナル重量ニ打チ勝チタルニ由ル。  
 是レニ由テ之ヲ觀レバ水ノ器底ニ及ボ  
 ス壓力ハ器ノ形狀及ビ水量ニ關セス、單  
 ニ其ノ深サト器底ノ面積トニ關スルモ

ノナルコトヲ知ルベシ。  
**液體ノ平準** 一器ニ水ヲ盛ルニ其表面ハ必ず平準スルモノナリ、換言スレハ

若シ糸ニ重錘ヲ垂レテ鉛直線ヲ作り、此重錘ヲ液面ニ致セハ液面ト鉛直線トハ互ニ直角ヲナスモノナルコトハ既ニ第二十圖ニ於テ講ジタリ、何が故ニ液體ノ表面

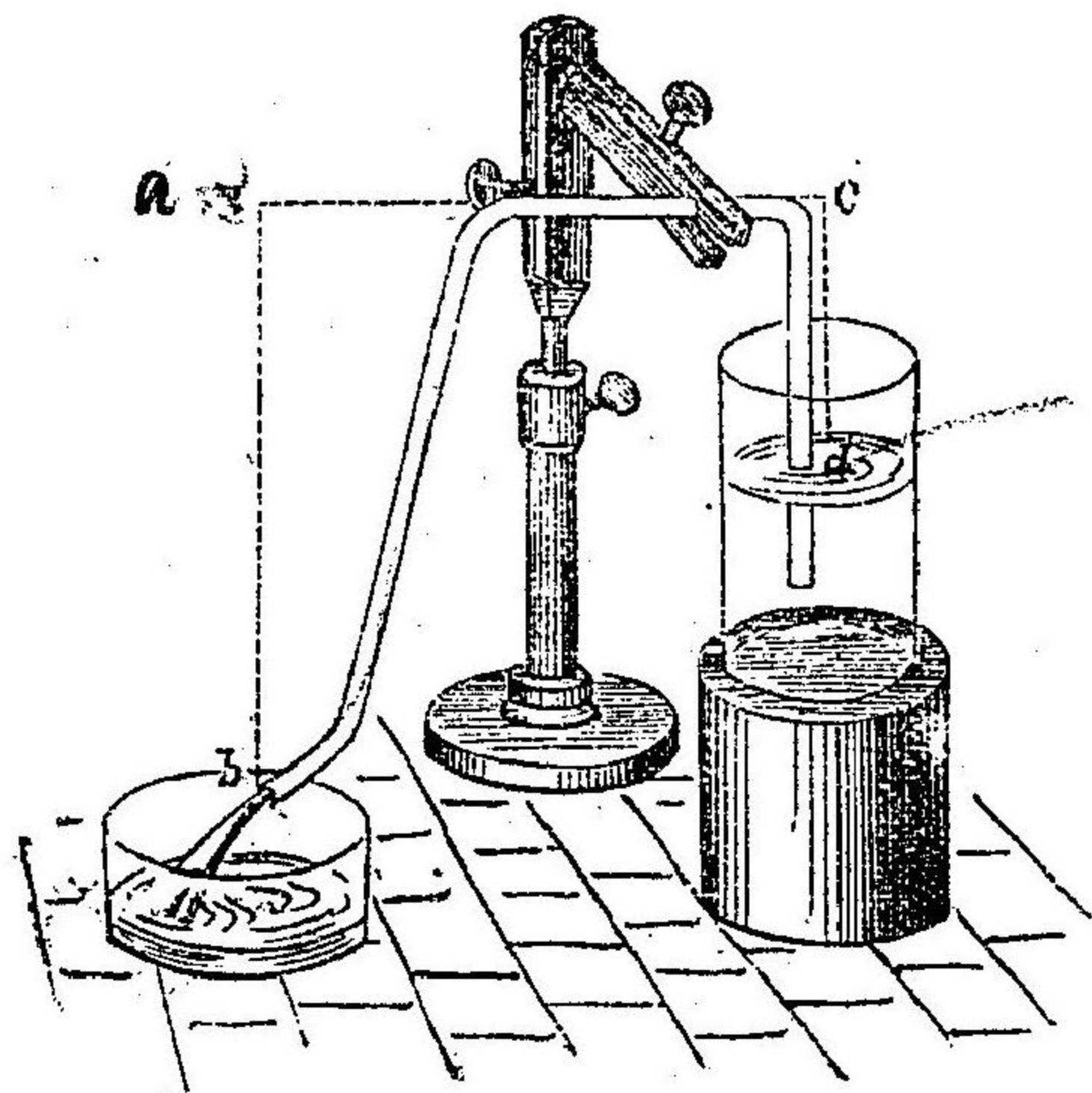
第 十 八 圖



ハ斯ク平準スルモノナルヤチ了解セント欲セハ、第八十圖ニ就キテ見ルベシ。今若シ一器ニ水ヲ盛り、器内ノ水ヲ攪動スレハ水面ニ不平均ヲ生スベシ、即チ液ノ表面ハ一時間ニ於テ見ル如キ状態ヲ取レリト假定スベシ、然レハ此ノ状態ハ永ク續クベキモノナルヤ否ヤチ知ルコト難カラサルナリ。譬令ハ同一水平ニア

ル a b 二個ノ分子ヲ見ルニ b h b d ナル水柱ノ重量ヲ以テ壓サレ、a h a c ナル水柱ノ重量ヲ以テ推サル、而シテ側壓モ亦同一ノ深サニ在リテハ上壓ニ同シキカ故ニ、b d h b ノ側壓ヲ示シ、a c h a ノ側壓ヲ示ス。若シ b d h a c ヨリ大ナリトセハ、a t b t ノ間ニ一直線ニ連ナル處ノ分子ハ兩方ヨリ強弱等シカラザルニ力ニ作用セラル、故ニ b h a ノ方ニ移動セサルベカラズ、而シテ此ノ移動ハ水ノ分子ガ同一ノ側壓ヲ受クルニ至ルマテ止マルベク、液ノ表面水平ヲ得ルニ至リテ始メテ動搖止ムモノナリ、是レ液體ノ表面ハ必ス水平ヲ得サルベカラサル所以ナリト

第 十 八 圖

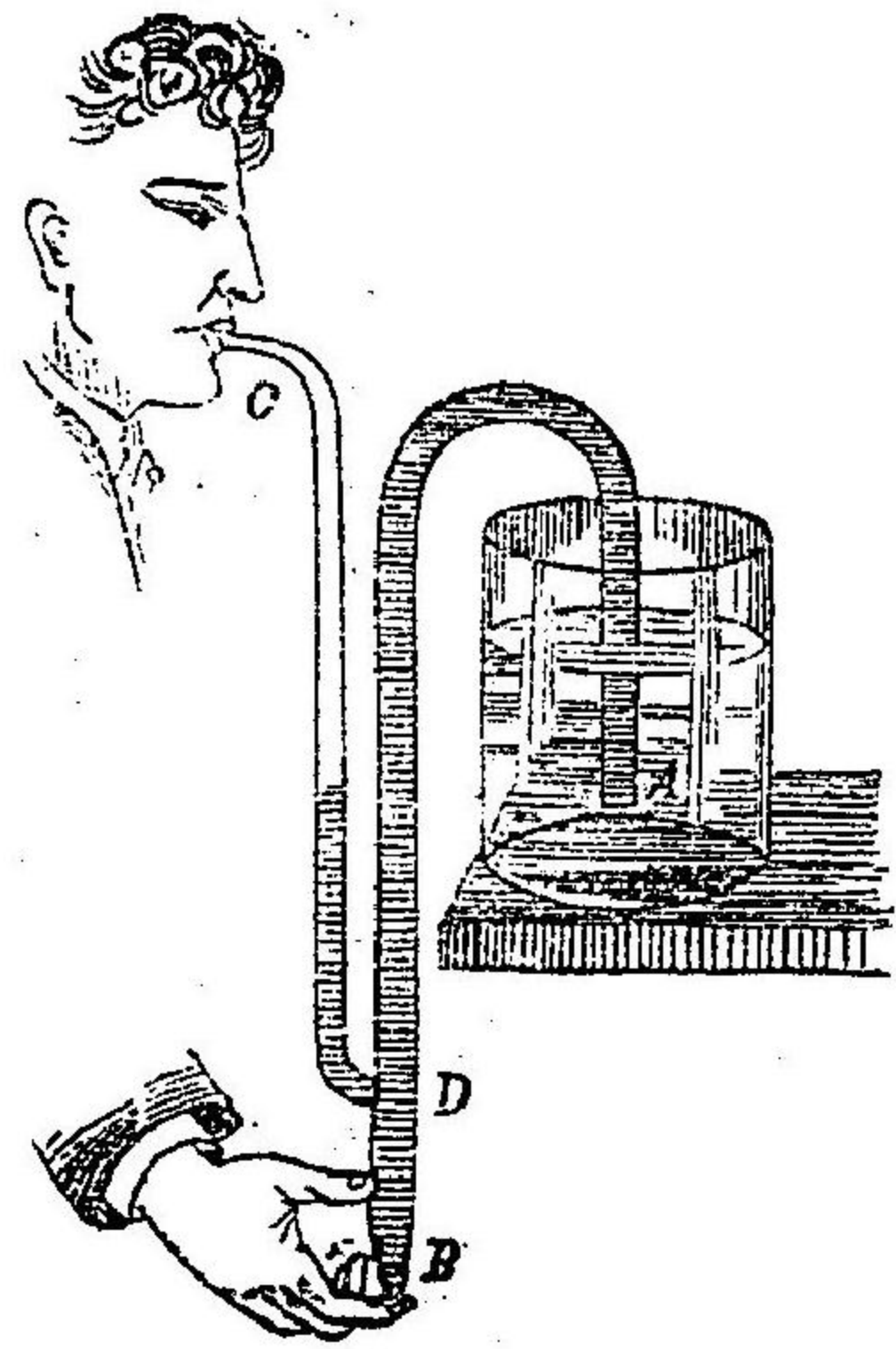


ス、噴水井ニ於テ水ノ噴出スルノ理モ亦液體平準ヲ得ルノ理ニテ解スベシ。さいふおん さいふおんトハ一器ノ液ヲ他器ニ移スニ用フル簡便器械ナリ、但シ移サント欲スル液ヲ保ツ器ハ少シク高カラサルベカラズ、而シテ其形狀種々アリト雖最モ普通ノモノハ第八十一圖ニ示スガ如ク、U字形ノ曲管ニシテ一脚ハ長ク一脚ハ短キモノトス。

さいふおんヲ用フルニハマツ始メニ之レニ水ヲ充テ、兩端ヲ閉チテ其短脚ヲ是レヨリ液ヲ移サントスル器ニ入レ、其長脚ヲ液ヲ受ケントスル器ニ致シ、而シテ兩脚口ヲ開ケハ液ハ上器ヨリ下器ニ向テ次第ニ流下スヘシ。其理ハ下ノ如シ、b 點ニ於ケル水ノ壓力ハ a b ナル水柱ノ重量ニ等シク、d 點ニ於ケル水ノ壓力ハ c d ナル水柱ノ重量ニ等シ。然ルニ a b h a c d ヨリ大ナルカ

故ニ、b 點ニ於ケル水ノ壓力ハ d 點ニ於ケル水ノ壓力ヨリ大ナルコト勿論ナリ、斯ク b d 兩點ノ壓力等シカラサルガ故ニ、管中ノ水ハ b ノ方ニ下ラントスルコト、恰モ滑車ニ糸ヲ以テ b d 二個ノ重量ヲカケ、b ノ重量 d ノ重量ヨリ大ナル片ハ其大ナルモノ下リ、小ナルモノ上ルト同理ナリ、乃チ管中ノ水ハ b ノ方ニ運動ヲ始ムレハ空氣ノ壓力ハ斷エズ、短脚ノ方ヨリ水ヲ壓送スヘシ、但シ e d ノ高サ三十呎ヲ越ユレハ水ハ流下セサルモノナリ、何ントナレハ空氣ノ壓力ハ水ヲ三十呎ノ高キニ壓

圖二十八第



シ上クルコト能ハザレバナリ、又始メ管ニ液ヲ滿テ、之ヲ掛クルコト不便ナレハ b ニ口ヲ接シテ吸ヒ出シ、液ヲ管ニ充ツルモノナレド、藥類ノ如キ斯クナスコト能ハサルモノアリ、此ノ際ニハ第八十二圖ノ如キさいふおんヲ用フベシ、即チ通常さいふおんニ C ナル枝管ヲ附シタルモノナリ、之ヲ使用スルニ當リテハ先ヅ

欠

MISSING

第二篇 熱學

第一章 熱ト溫度附寒暖計

定義

火爐ノ傍ニアル物體ニ手ヲ觸ルレバ暖ニ感シ、戶外ニアル金屬類ニ觸ルレバ冷ヤカニ感ズ、斯ク暖カナル感覺若クハ冷ヤカナル感覺及ビ之ト同一ノ感覺ヲ生ゼシムル原因ヲ熱ト云フ。

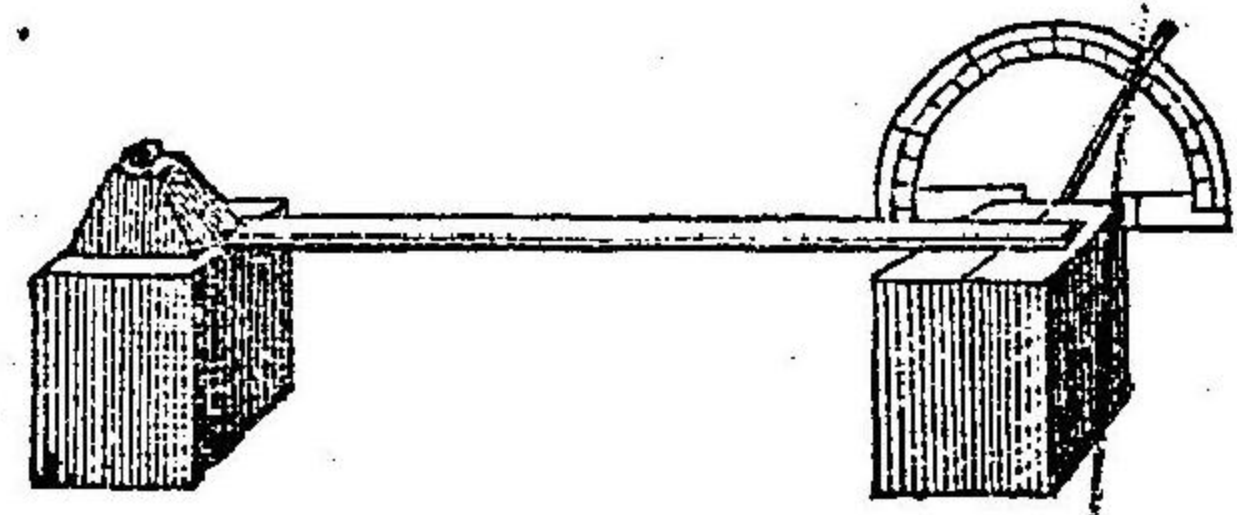
吾人ガ冷熱ノ感覺ハ種種其ノ程度ヲ異ニスルモノナリ、種種ノ湯ニ手ヲ入ルルニ或ハ温キアリ、或ハ熱キアリ、温熱ノ度決シテ一様ナラザルベシ、斯クノ如キテ溫度ヲ異ニスト云フ。物體ノ溫度トハ其ノ保有スル所ノ熱ノ吾人ノ皮膚ニ感ズル状態ニ就キテ云フモノナリ。

冷熱ノ度ハ粗手ニテ感ズルコトヲ得ベシト雖、斯ノ方法ハ決シテ精密ナラズ、故ニ特ニ寒暖計ナルモノヲ製シテ溫度ヲ計ルノ具トス。

溫度トハ單ニ状態ヲ示ス迄ニ止マリ決シテ熱量ヲ示スモノニアラズ、熱ト溫度ノ關係ハ恰モ水ト其水平面トノ關係ノ如シ、水平面ノ高低ハ必ズシモ水量ニ準ゼザルナリ、何トナレバ少量ノ水ト雖、狹キ器ニ入ルレバ其ノ水面高ク、多量ノ水ト雖廣

キ器ニ入ルレバ其ノ水面低カルベケレバナリ。且ツ水ハ高キ水平ヨリ低キ水平ニ向テ流下スルガ如ク、熱モ亦温度ノ高キ體ヨリ温度ノ低キ體ニ向テ流動スルモノナリ。

熱ノ固形體ニ及ボス影響 第百一圖ニ於テ見ルガ如ク一條ノ鐵棍ヲ取

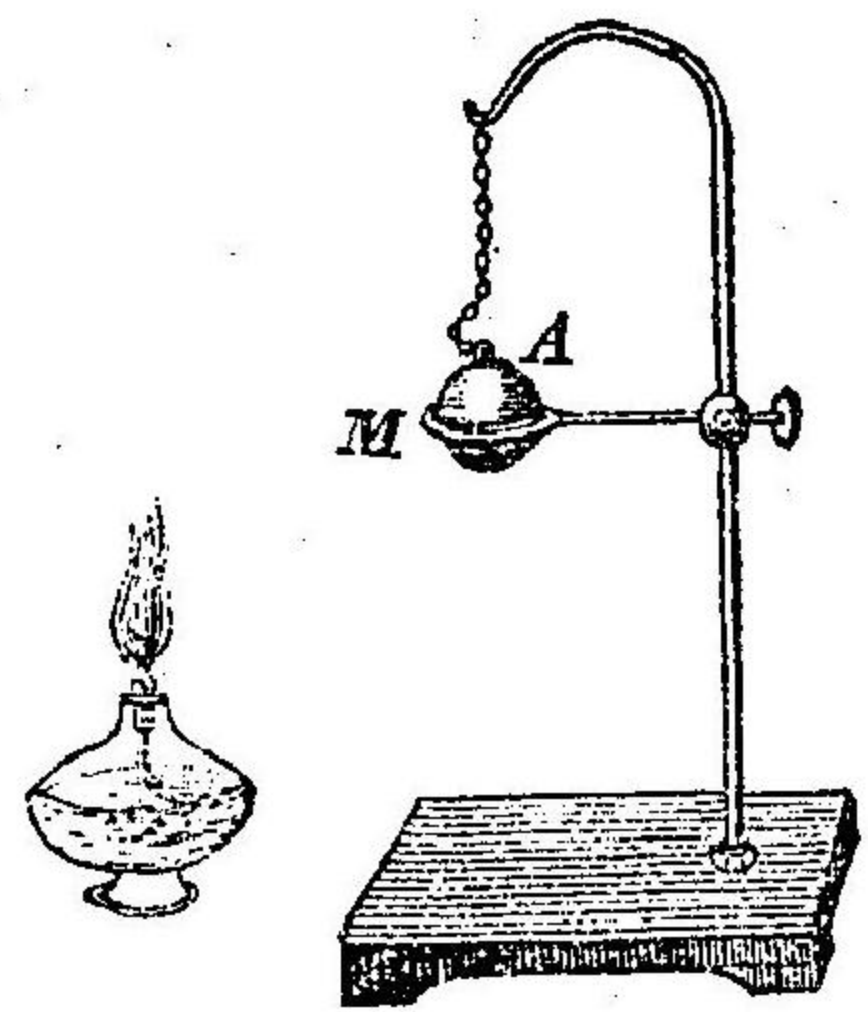


第百一圖

リ、其ノ兩端ヲ堅硬ナル二個ノ木片ノ上ニ載セ、其ノ一端ニ重體ヲ載セテ動クコト能ハザラシメ、他ノ木片ノ上ニ細キ縫鍼アリテ棍ノ他端ハ此ノ上ニ横ハル。但シ木片ノ上面縫鍼ヲ置クベキ部分ニ滑カナル金屬片ヲ嵌入シ置ケバ更ニ佳ナリ。今一個ノ蠶片ヲ鍼ノ目ニ挿シ封蠟ヲ以テ之ヲ固着シ、木片ノ後部ニ度刻セル厚紙製ノ半圓規ヲ附着シテ蠶ノ位置ヲ直立ナラシメ酒精燈ヲ以テ木片ノ全體ヲ下部ヨリ熱スレハ、蠶ノ指針ハ右ノ方ニ動クベシ、是レ鐵片膨脹シ、右方ニ向テ伸暢スルニ由リ木片上ノ鍼ヲ轉廻シタルニ依ル。若シ亦鐵片ヲ冷却スレバ蠶ノ指針ハ左方ニ動クベシ、是レ鐵

片ノ収縮シテ針ヲ反對ノ方ニ轉回シタルニ依ル。此ノ如キ實驗ヲ他ノ金屬片例ハ銅片、黃銅片等ニテ實驗スルモ同一ノ成績ヲ得ベシ。固形體ハ一般ニ熱ニ遇ヘバ膨脹スルモノニテ、其ノ長サニ於テ膨脹スルヲ伸暢ト云フ。然ルニ固體ハ元ト三張體ナルヲ以テ、之ヲ熱スレハ其ノ容積ヲ増スモノナリ、

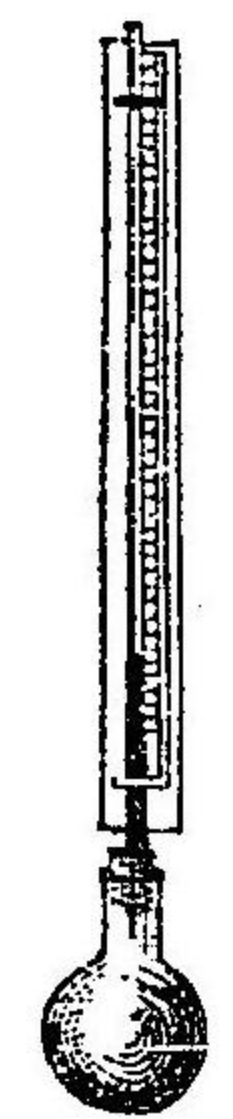
第百二圖



第百二圖ハ容積膨脹ノ實驗ヲ行フニ恰適セル器ナリ。一個ノ黃銅球若クハ銅球Aアリ、其ノ冷ヤカナル時ニ於テハ精密ニMナル輪ヲ通過ス、然ルニ之ヲ熱シテ通過セシメントセバ、決シテ通過セザルベシ、是レ球ノ膨脹シタルニ依ル、而シテ再ビ球ヲ冷却スレバ容易ニ通過スルモノナリ。

熱ノ液體ニ及ボス影響 一個ノ小ふらすヲ取り、一タビ沸騰シテ更ニ冷却セル精水ヲ之ニ滿テ、此ノ水ヲ赤いんきニテ彩色シ、ふらすノ口ニ木栓ヲ裝シ栓ニ細キ玻璃管ヲ挿入スベシ(第百三圖)但シ此ノ際木栓ノ下部ニ少シモ氣泡ナク

第三百三圖



メ管中ニ於テ液ノ少シク下降シタルハふらすこ先ツ熱ニ遭ヒテ膨脹シ液ノ之ニ  
 應セントシタルニ依ルト雖漸時ニシテ熱ノ液ニ達スルヤ其ノ膨脹ハふらすこノ  
 膨脹ヨリ更ニ大ナルヲ以テ漸々昇リタルモノナリ。右ト同一ノ他ノ二器ヲ製シ、一  
 ニハ酒精ヲ滿テ他ノ一ニハ水銀ヲ滿テ、最初水ヲ充テテ熱シタルモノヲ冷ヤシ、三  
 者ヲ同一ノ室内ニ置キテ其ノ温度ヲ同一ニシタル時ニ管中ニ留マル液ノ高サハ  
 皆同一ナラシメ、而シテ此ノ三者ヲ一ノ温水中ニ浸セバ酒精ノ昇ルコト最甚シク、  
 水銀之ニ次ギ水ハ其次ニ位セン。故ニ液體ニ依リ、其ノ膨脹ノ度合等シカラズト雖、  
 各液體ノ熱ニ遭ヒテ膨脹スルコトハ爭フベカラズ。

**寒暖計ノ原理** 固體及ビ液體ノ膨脹ニヨリテ寒暖計ヲ製作スルノ方法ヲ  
 了解スベシ、即鐵棍ノ伸暢ハ温度ノ變化ヲ示スコト勿論ナリ。サレドモ其ノ困難ナ

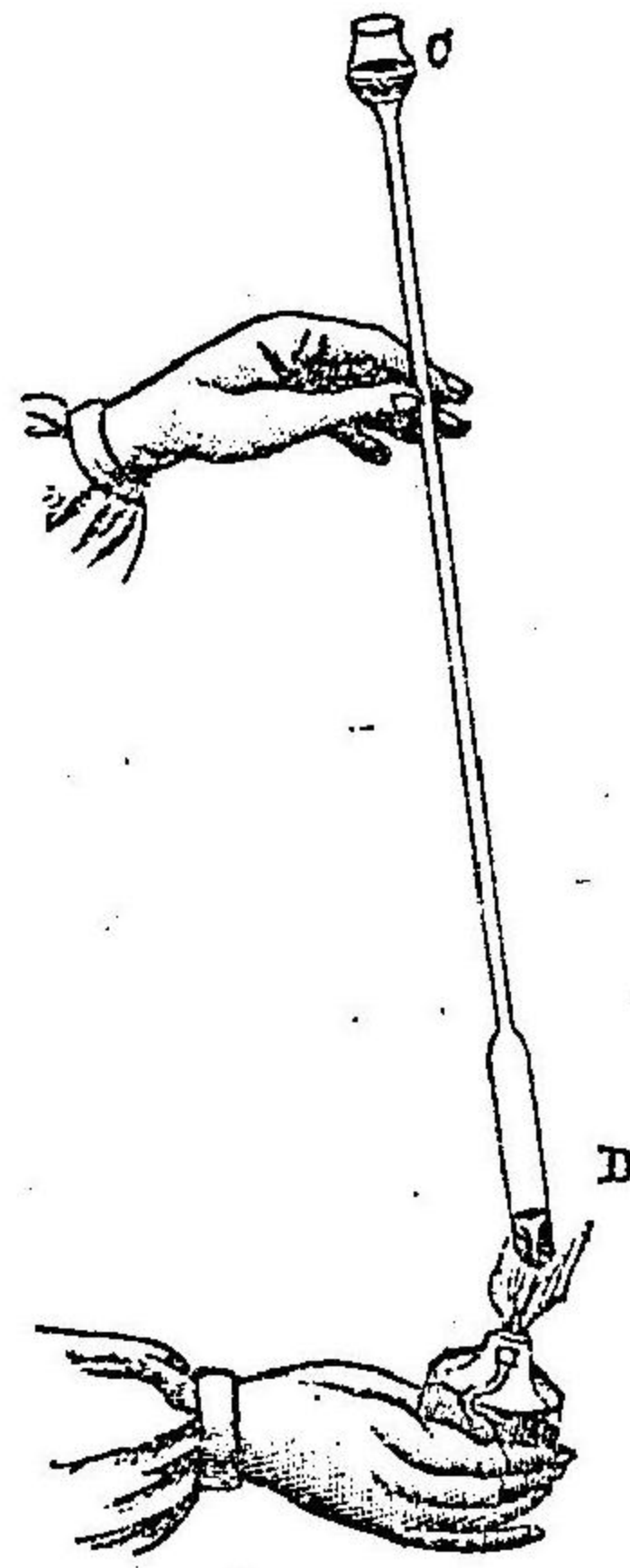
ふらすこ中ノ液ハ少シク管中ニ昇リ居ルヲ要  
 ス。今若シ此器ヲ取リテふらすこ温湯中ニ浸  
 セバ始メ管中ニ於テ液ノ少シク下ルヲ認ムベ  
 シト雖、須臾ニシテ次第ニ上昇スルヲ認メン。始

ルコトハ伸暢ノ割合甚少キニアリ。之ニ反シテ液體ニ於テハ此ノ膨脹最著シキカ  
 故ニ之ヲ以テ寒暖計ヲ製作スルコト容易ナリ。而シテ前節ノ實驗ニ依リテ見レハ  
 酒精ハ最此ノ目的ニ協フモノ、如シト雖、此ノ液ハ水ヨリモ容易ニ氣化スルヲ以  
 テ通常專水銀ヲ以テ寒暖計ヲ製ス。但管中ニ於ケル液ノ昇降ヲ著明ナラシメンニ  
 ハ其管ノ内徑ハ至テ細小ナラサルベカラズ。又液ヲ盛ルニ大ナルふらすこヲ使用  
 スルハ不便ナリ、何トナレバ熱ノ其ノ液ノ全量ヲ熱スルニハ永キ時間ヲ要スルヲ  
 以テナリ。サレバ液ヲ盛ル所小ニシテ、管ノ内徑至微ナル器ヲ用ルフヲ至便トス、茲  
 ニ一ノ注意スベキコトアリ。若シ管ノ上部ヲ開キ置ケハ、之レヨリ液ノ蒸發スルコ  
 トアリ、或ハ塵埃ノ入ルコトアリ、故ニ其上部ヲ密閉スヘキノミナラズ、管中ニ全ク  
 空氣ナカラシムルヲ要ス、何トナレバ空氣若シ管中ニ存在スレバ同シク液ノ昇降  
 ニ影響スルヲ以テナリ。

**寒暖計ヲ製スル法** 一端ハ球狀ニ膨大シテ閉合シ、他端ハ漏斗狀ヲナシテ  
 開放セル細キ玻璃管ヲ製シ(第百四圖)其ノ漏斗狀ヲナセル所ニ水銀ヲ充ツレバ、管  
 中ニ空氣滿ツルヲ以テ水銀ハ管内ニ入ラサルベシ。然ルニ管ノ下部Dヲ熱スレバ



第百四圖



管中ノ空氣ハ膨脹シテ其ノ幾分ハ  
 氣泡トナリCノ水銀ヲ通シテ逃レ  
 去ルベシ而シテ空氣ノ幾分逃レ去  
 リタリト思フ頃酒精燈ヲ去リテD  
 ナ冷却スレバ空氣再ビ收縮シ此ノ  
 際Cノ水銀ノ幾分ハ下部ニ達スベ  
 シ次ニ再ビDヲ熱シ此部ニ入レル

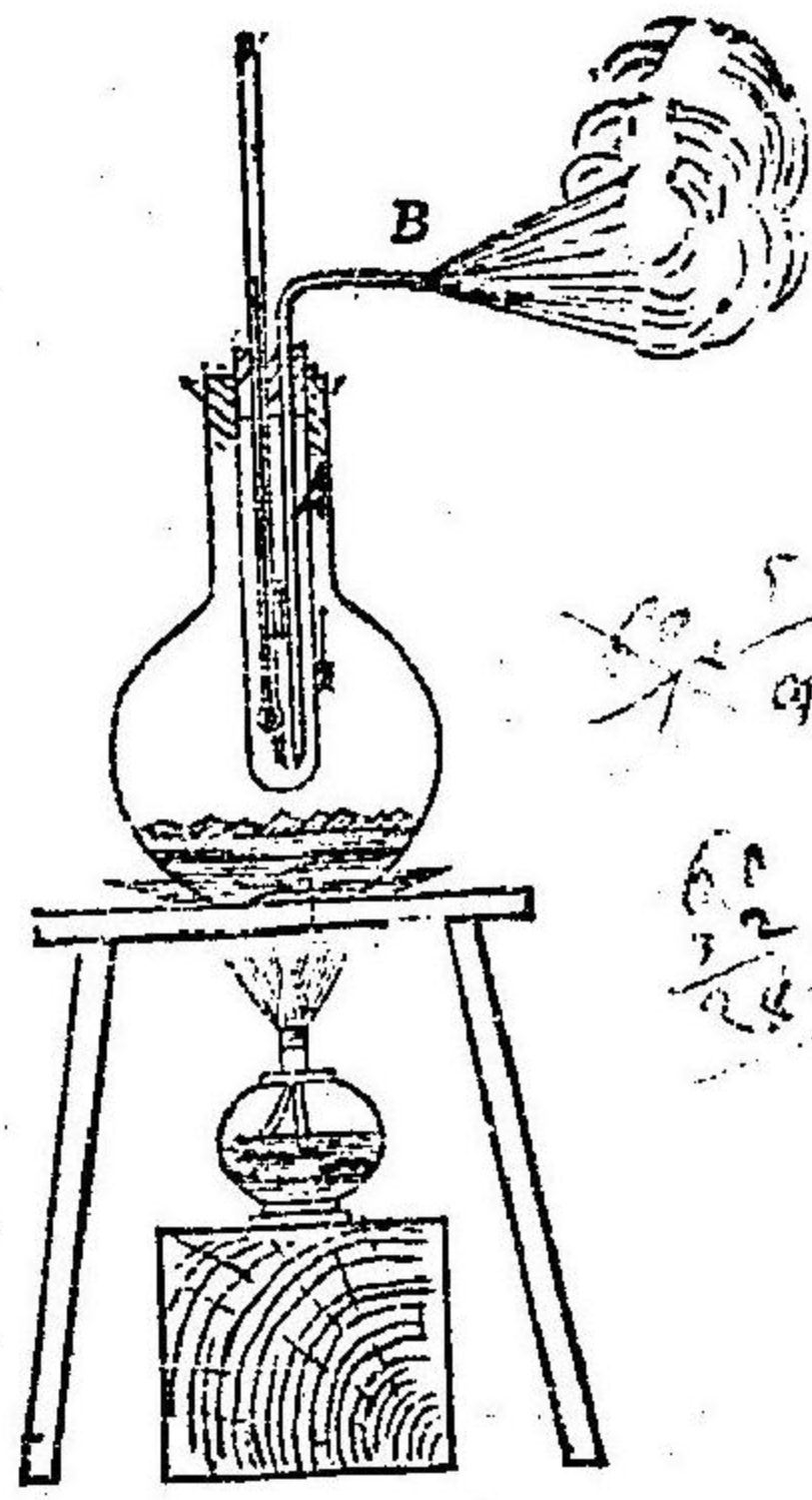
水銀ヲ沸騰スレバ水銀ノ蒸氣ハ管中ヨリ逃レ去ラントスル時ニ空氣ヲモ排除ス  
 ヘキヲ以テ暫クシテ管ヲ冷却スレバ管中ニ留レル水銀ノ蒸氣收縮シ管内眞空ト  
 ナルベキヲ以テCノ水銀盡クDニ入り來テ管ノ下半ニ充滿スベシ斯クテ水銀ハ  
 Dノ全部ヲ滿タシ且ツ管ノ幾分ヲ滿タシタルトキハ再ビ之ヲ熱シ其ノ蒸氣ヲ以  
 テ上部ノ空氣ヲ排除シ水銀ノ蒸氣管中ニ滿ツル時ニ其上ヲ密封シ而シテ之ヲ冷  
 却スレバ水銀ハDヲ滿タシ且ツ尙管ノ幾分ヲ滿タシ餘ハ眞空ナラン但シ管中ニ  
 少シモ空氣ナキヤヲ知ランガ爲メニ密閉シタルモノヲ倒ニシテ水銀滯リナク其



欠

MISSING

圖 七 百 第



寒 暖 計 ノ 良 否 チ 驗 定 ス ル 法

尋常ノ寒暖計中往往標準點ノ位置ヲ誤ル  
 モノアリ、故ニ寒暖計ヲ購求スルニ方リテ之ガ良否ヲ驗定スルノ必要アリ。其法先  
 氷點ヲ驗知セント欲セバ、一箇ノ馬口鐵箱ヲ取り、箱底ニ數個ノ孔ヲ穿テ之ニ清潔  
 ナル氷ノ破碎セルモノヲ充テテ寒暖計ノ水銀ヲ挿入シ、以テ之ヲ究ムベシ、次ギニ  
 沸騰點ヲ驗センニハ第百〇七圖ニ於テ見ルガ如キ裝置ヲナスベシ、即一個ノ試驗  
 管ヲ取り其ノ横側ニ吹管ヲ中テテ烈シク熱シ、其ノ際管口ヨリ呼氣ヲ吹キ込メ

バ、此ノ處ニ小突起ヲ生スベシ、而シテ  
 若シ更ニ此ノ小突起ヲ熱シテ又空氣  
 チ吹キ込メバ、遂ニ管側ニ小孔ヲ穿チ  
 得ベシ(圖中A)。今此ノ試驗管ニ嵌ムル  
 ニ二穿孔ヲ有シ、一孔ニ試驗セントス  
 ル寒暖計ヲ挿シ、他ノ一孔ニ曲管ヲ挿  
 入セル木栓ヲ以テシ、更ニ之ヲ水ヲ入  
 レタル大ふらすコノ木栓ニ嵌入ス。斯

クテ全ク此ノ裝置ヲ終ヘタル後、ふらすこヲ熱スレバ水ハ沸騰シ、之ヨリ發スル所ノ蒸氣ハAヨリ管中ニ入りテBヨリ噴出スヘク、寒暖計ハ全ク水蒸氣ヲ以テ圍マルルコトナルベシ。

第二章 物體ノ膨脹

長サノ膨脹率。 各金屬棍ニ就キテ其ノ長サノ膨脹率ヲ測定スルノ方法種種アリ。第百八圖ハ其ノ一法ノ原理ヲ示ス、即チ試驗セントスル金屬棍KHヲ一箱ノ内ニ安置シ、一端KヲバF棍ニテ固ク支持セシムルヲ以テ、其ノ膨脹スルニ方リテヤ、H端ニ伸暢シ、Dノ下端ヲ壓ス。D若シCノ位置ニ來レハ上端ニ固着セル望遠鏡ノ外端ハ下方ニ傾斜スヘシ。最初箱ニハ氷塊ヲ充テ、EトDトニテKHヲ支持シ、此ノ際Dハ直立シ、望遠鏡Gハ水平ニアリテ其ノ視線ハ尺度ABノA點ヲ指示スト。假定スベシ。次ニ箱中ノ氷塊ヲ去リ油若クハ水ヲ充テ一定ノ温度ニ至ルマテ之ヲ熱セシニ、KH棍ハH端ノ方ニ伸暢シ、Dヲ壓シテCニ至ラシメ、望遠鏡ハ尺度ノB點ヲ指示スルニ至レリト假定スベシ。今之ニ由リテ伸暢シタル部分CHノ長サヲ算定セシニ、幾何學上ノ原理ニヨリAGB三角形トHGC三角形トハ相似形ナリ

故ニ左ノ式ヲ得。

$$\frac{HC}{AB} = \frac{GH}{AG}$$

此ノ式ニ於テAB、GH、AGノ實價ヲ知レバ、HCヲ知ルコト容易ナリ。斯クシテ測定セルHCヲ棍ノ長サ及ビ箱中ニアル液ノ温度ニテ除スレバ、一度ノ増温ニヨリテ一單位ノ長サヲ有スル棍ノ伸暢スル割合ヲ知ルベシ、之ヲ長サノ膨脹率ト云フ。

實例 — 華氏ノ五十二度ニ於テ二尺七寸アル亞鉛棍ハ、二百十二度Fノ時ニ二尺七寸〇七トナレリ、然ラバ伸暢率幾何ナリヤ。

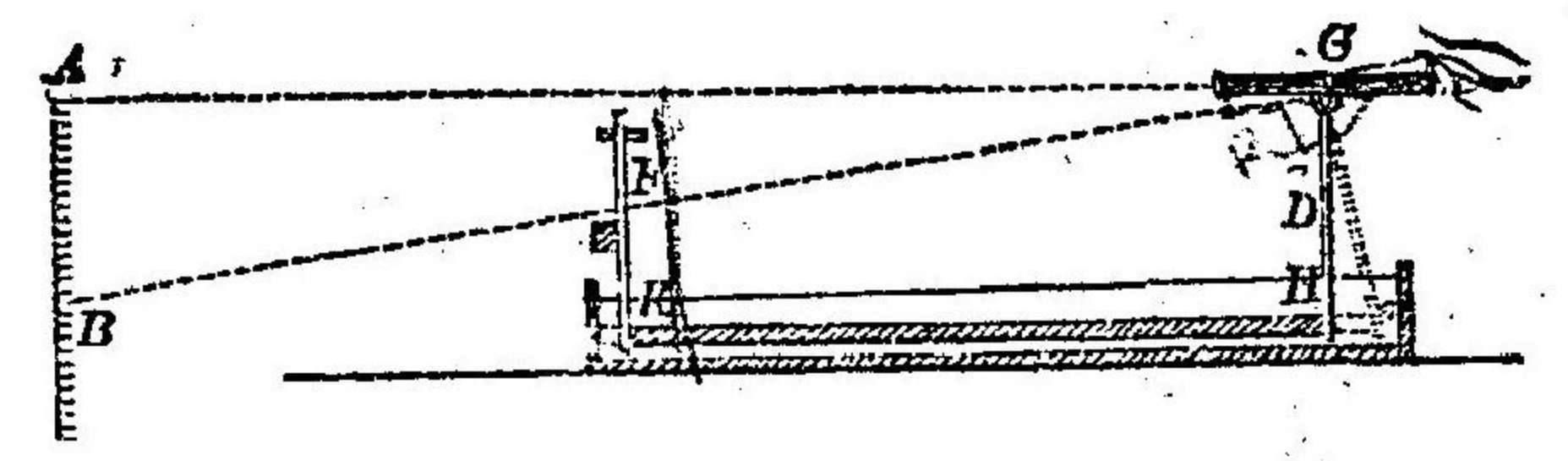
解式

$$(212 - 52)^{\circ}F \quad \text{伸暢率} = 0.07 \text{ 寸}$$

$$\therefore \quad 1^{\circ}F \quad \text{ " } = \frac{0.07}{160}$$

$$\therefore \quad \frac{0.07}{160} + 27 = 0.000016$$

圖八百第



ハ華氏一度ニ於ケル伸暢率ナリ、今之ヲ攝氏ニ換算スレバ左ノ如シ。

$$0.00016 \times 9 = 0.000144$$

乃チ〇〇〇〇〇二九ハ亞鉛棍ノ長サノ膨脹率即チ伸暢率ナルコトヲ知ルベシ。

實例——一ノ鑄鐵管アリ、冬時寒暖計〇〇ノトキ六尺ノ長サヲ有セリ、若シ夏時ニ

至リ温度昇リテ 27°C ニ至ラバ幾何ノ伸暢アルベキカ、但シ鑄鐵ノ伸暢率ヲ〇〇〇〇一トス。

解——鑄鐵ノ伸暢率ハ〇〇〇〇〇一ナルヲ以テ、之ニ温度ト長サトヲ乘シテ得タルモノハ即チ伸暢スベキ尺數ナリ。

$$0.00001 \times 27 \times 6 = 0.00162 \text{ 尺}$$

乃チ六尺ノモノハ六〇〇一六二尺トナル。

實例——50°Cニ於テ五め一とるアル銅棍ハ 10°Cニ於テハ幾何トナルカ、但シ

銅ノ伸暢率ハ〇〇〇〇〇一七ナリ。

解——銅棍ハ六十度冷却スルヲ以テ五め一とるノモノハ〇〇〇〇五一め一とる短縮スル割合ニシテ、〇〇ニ於ケル長サハ四、九九四九め一とるナルヘシ。

$$5 - 0.000017 \times 60 \times 5 = 4.9949 \text{ 一とる}$$

### 容積ノ膨脹率

前節ニ講述セル所ハ長サノミノ膨脹率ナレドモ、實際ニ於テ總テノ物體ハ三張體ナルヲ以テ、體積ノ膨脹ハ長サ、厚サ、廣サノ三方ニアラザルベカラス、例ヘバ一個ノ一尺立方體アリトシ、其ノ伸暢率ハ a ナリト假定スルニ、今此ノ温度ヲ一度昇ラシメタリトスレバ、長サモ厚サモ廣サモ共ニ (1+a) 尺ナルベキガ故ニ、其ノ容積ハ (1+a)<sup>3</sup> = 1+3a+3a<sup>2</sup>+a<sup>3</sup> トナル。然ルニ 3a<sup>2</sup> ト a<sup>3</sup> トハ實際ニ於テ甚ダ小ナル數ナルガ故ニ、此ノ容積ヲ 1+3a ト見做シテ大差ナシサレバ、3a ハ容積ノ膨脹率ナリ故ニ、容積ノ膨脹率、ハ長サノ膨脹率ノ三倍ナルコトヲ知ル。

之ヲ證センガ爲ニ一例ヲ擧グベシ、亞鉛ノ伸暢率ハ〇〇〇〇〇三ナルヲ以テ、零度ニ於ケル一尺立方體ハ一度ニ至レバ左ノ大積ヲ得ベシ。

$$(1.00003)^3 = 1.000090002700027 \text{ 立方尺}$$

然ルニ〇〇〇〇〇〇〇〇〇二七及ビ〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇二七ナル數ハ a<sup>2</sup> ト a<sup>3</sup> ニ該當スルモノニシテ、共ニ甚ダ微小ナル數ナルヲ以テ實際之ヲ切り捨ツルモ大差ナカルベシ故ニ、亞鉛ノ膨脹容積ヲ左ノ如クナシテ可ナリ。

補給振子。

金屬膨脹ノ最必要ナル應用ハ補給振子ニアリ。此ノ振子ニ於テハ

$$1 + (0.00003 \times 3) = 1.00009 = 1 + 3\alpha$$

温度ノタメニ其ノ長サ増加  
スルモ更ニ之ヲ補給スルノ

裝置アリテ、寒暑共ニ一定ノ

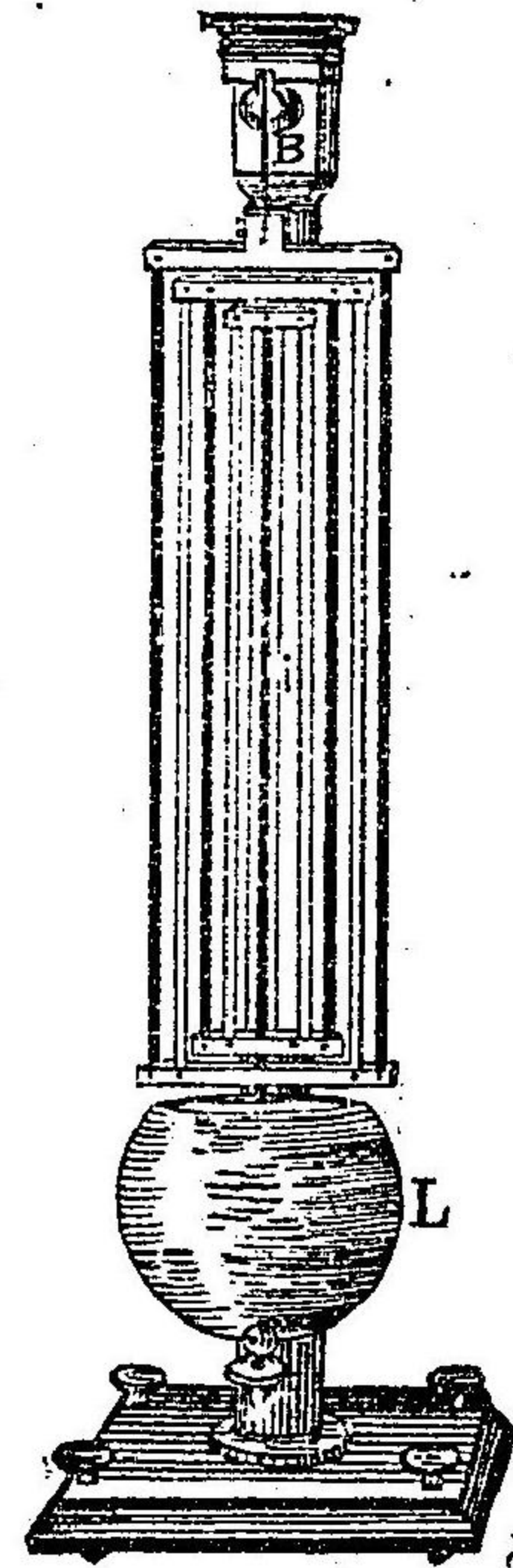
長サヲ保タシメ、時刻ニ差異

ヲ生ゼシメザルニアリ。第百

九圖ハ補給振子ノ最モ普通

ナルモノナリ。搖錘Lハ一本

第 百 九 圖



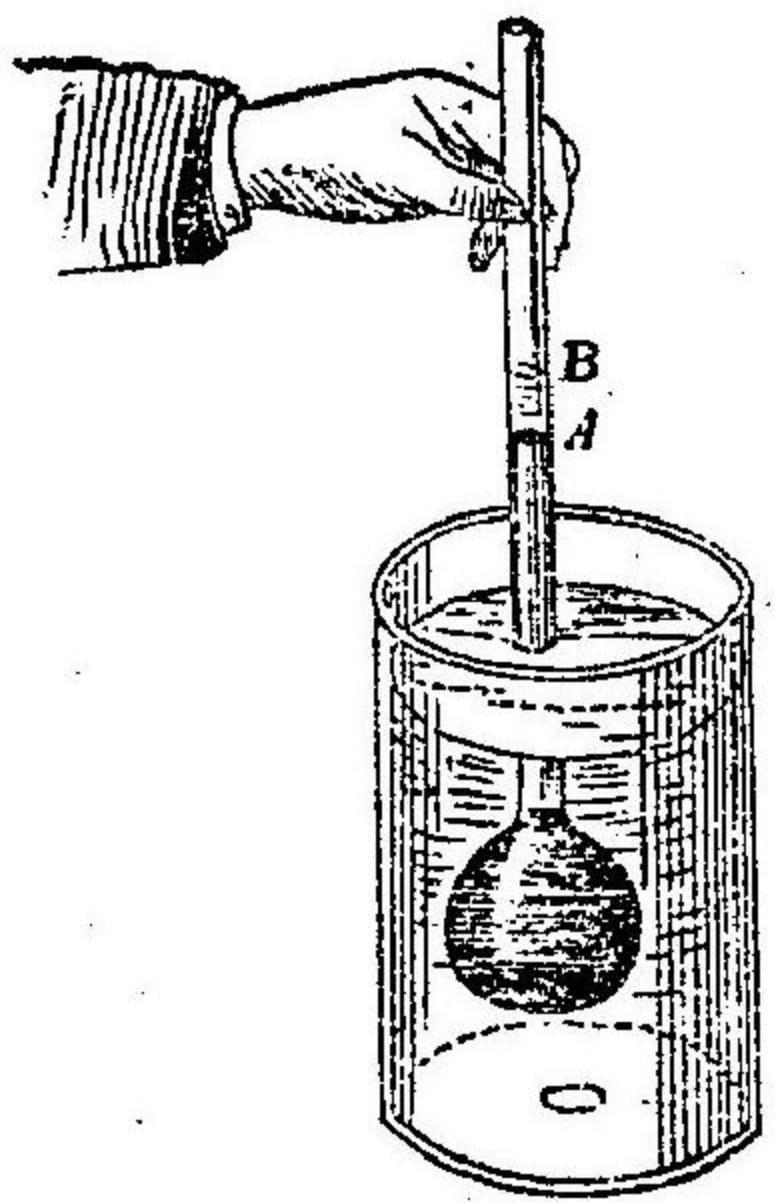
ノ金屬棍ニテ支持セラルルコトナク、鋼鐵棍ト黃銅棍ト相互ニ駢列シタル裝置ヨ  
リ成ル。圖ニ於テ棍ノ暗黒ナルモノ及ビ上部ノ小片Bハ鋼鐵棍ニシテ、其色稍白キ  
モノハ黃銅棍ナリ、故ニ鋼鐵棍ノ膨脹シテ先ツ搖錘ヲ上グルトキハ、其ノ兩側ノ黃  
銅棍ハ之ヲ下セントシ、他ノ鋼鐵棍ハLヲ下セントシ、黃銅棍ハ之ヲ上セントスル  
モノナルコトハ仔細ニ圖ヲ驗スレバ自ラ之ヲ了スベシ。而シテ其ノ鋼鐵棍ノ全長

液體ノ膨脹、虛膨脹ト眞膨脹。

ナAトシ、黃銅棍ノ全長ヲBトシ、AトBトハ兩金屬棍ノ膨脹率ト反比例ヲナセバ  
精密ニ相補給スベキナリ。實驗上鋼鐵棍ノ膨脹率ハ $0.00001$ ニシテ黃銅棍  
ノ膨脹率ハ $0.000019$ ナルコトヲ知ルヲ以テ、兩者ノ比ハ十一ト十九ナリ、故  
ニ鋼鐵棍ノ長サ十九ノモノト、黃銅棍ノ長サ十一ノモノトハ常ニ同一ノ伸暢ヲナ  
スベキ筈ナリ。是ヲ以テAトBノ比ハ正ニ左ノ如クナレバ可ナリ。

$$A : B :: 19 : 11$$

第 百 十 圖



細キ頸ヲ有スル薄キ玻璃ノふらすこニ彩  
色セル一液ヲ盛り、液ノ上端ヲ細頸部ニ致  
シ、之ヲ熱水ヲ充テタル器中ニ入ルルコト  
第百十圖ノ如クスレバ、最初ニ液ノ上端ハ  
BヨリAマデ少シク降下スベシト雖須臾  
ニシテ鼻騰ヲ始メBヲ經過シ、器中ノ液ノ  
大ニ膨脹セルコトヲ證スベシ。最初液ノ少  
シク降下セルハ收縮シタル故ニアラズシ

テ玻璃器マツ熱ヲ受ケテ膨脹シ、液ノ之ニ應ゼント欲シテ降下シタルナリ。然ルニ熱ノ液ニ達スルヤ、其ノ膨脹ハ更ニ玻璃ノ膨脹ニ過グルヲ以テ、大ニ昇リタルモノナリ。サレバ液體ノ性トシテ或種ノ器ニ盛ラザレバ之ヲ保持シテ、其ノ膨脹ヲ究ムルコト能ハザルヲ以テ、其ノ器中ニ於テ示スモノハ虚膨脹ニシテ眞膨脹ハ更ニ大ナルモノナルコトヲ了スベシ。

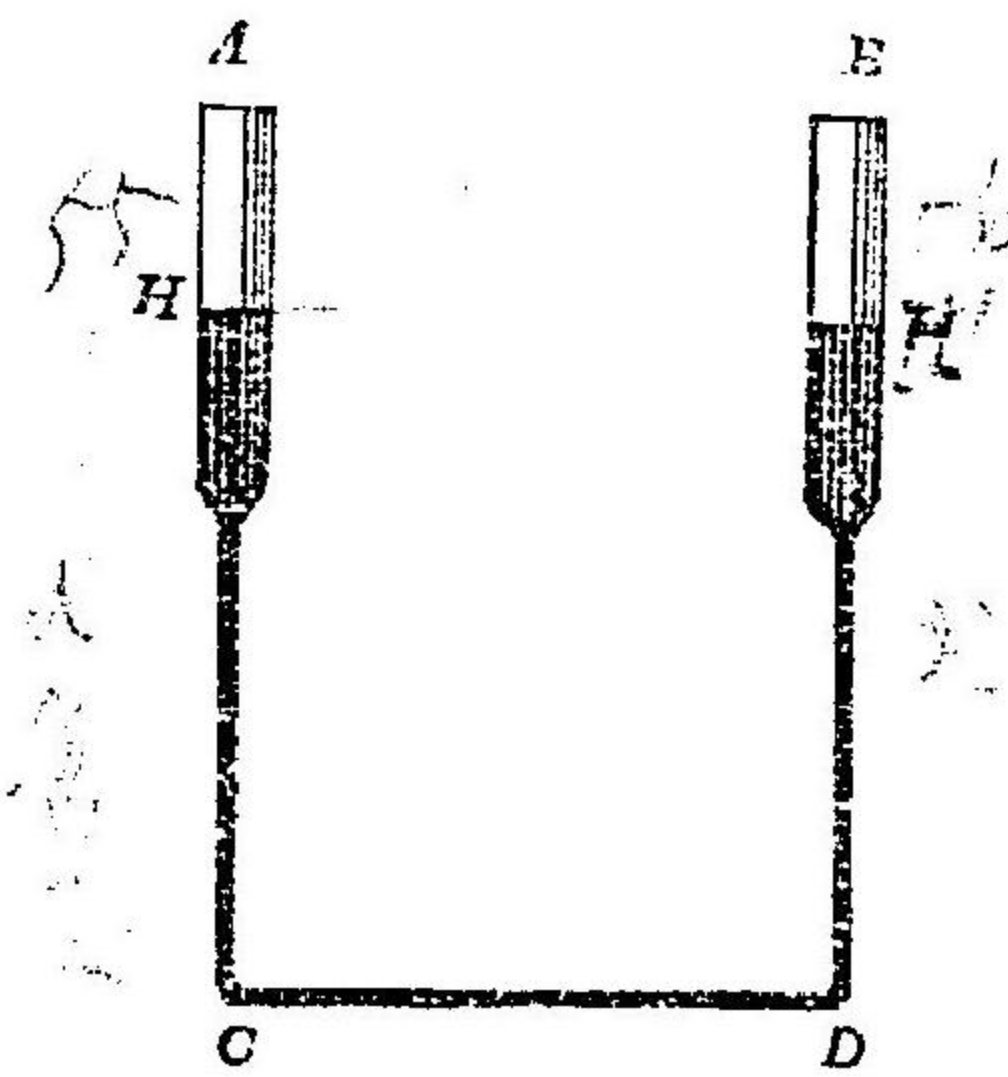
液體ノ眞膨脹ヲ知ル法。

液體ノ眞膨脹ヲ測定スル最良法ハ下ニ述ブル

所ノ原理ニ基ツク。吾人若シ一液ノ冷ヤカナルモノト熱キモノトヲ、底ニ於テ連通

セル兩長器ニ盛ルトキハ、兩脚ノ高サハ決シテ同一ナラズシテ其ノ熱クシテ輕キモノハ高カルベシ。故ニH CトH' Dトハ兩脚ニ於ケル液ノ密度ト反比例ヲナスベキナリ。例ヘバA脚ニアル水銀ハ零度ニシテ、其ノ密度ハd高サhハ五十五吋ナリトシ、B脚ニアルモノハ百度ニシテ、其ノ密度ハd'高サh'ハ五十六

第百一十圖



吋ナリトスレバ

$$d : d' :: h' : h :: 56 : 55$$

ナルヲ以テ、五十五容ノ水銀ハ零度ヨリ百度ニ至レバ五十六容トナルコト明カナリ、是ニ由リテ之ヲ觀ルニ水銀ノ眞膨脹率ヲ今Dト命ズレバDノ價值ハ正ニ左ノ如シ。

$$D = \frac{h' - h}{h' h} = \frac{56 - 55}{55 \times 100} = \frac{1}{5500}$$

(右ノ式ニ於ケルhハ温度ヲ示スモノト見ルベシ)

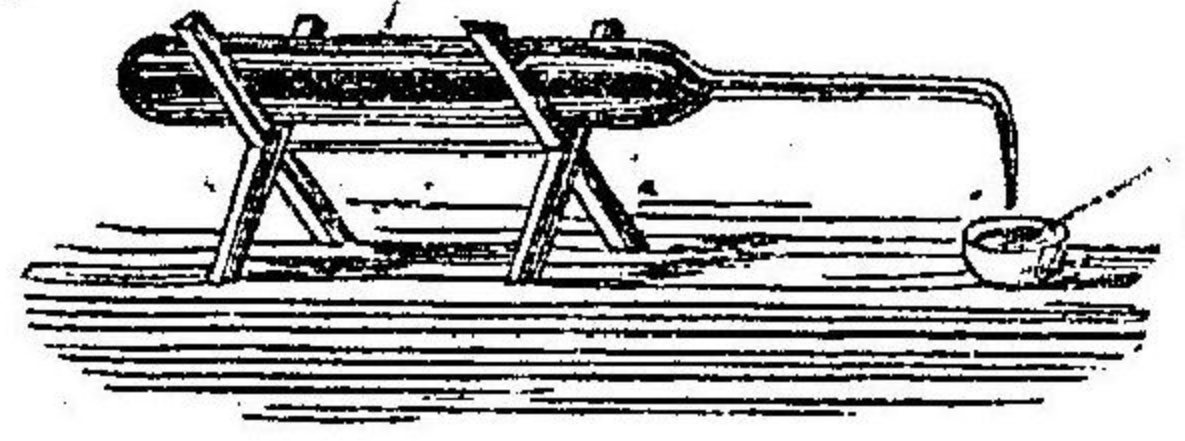
精密ニ云ヘバ零度ヨリ百度マデノ水銀ノ眞膨脹率ハ  $\frac{1}{5500}$  ナリ、然レドモ百度以上ニ於テハ此ノ割合更ニ増スモノトス。

水銀ノ虚膨脹。

液體ノ虚膨脹率ハ之ヲ盛ル所ノ器ノ性質ニ關係ス。今玻璃器ニ於ケル水銀ノ虚膨脹ヲ測定センニ、第百十二圖ニ於テ見ルガ如キ玻璃器ヲ取

リ、其ノ重量ヲ驗シ、又寒暖計ノ條下ニ論ジタルガ如キ方法ニテ零度ノ水銀ヲ充テ同ジク其ノ重量ヲ驗シ、器中ニ充テル水銀ノ重量ヲPトシ、次キニ之ヲ一定ノ温度

圖二十百第



tニ至ル迄熱シ、管ヨリ漏出セル水銀ヲ測リ、之ヲPトスレバ此ノ際管中ニ殘レルモノハP<sub>0</sub>ナルベシ。今之ヲ再ビ零度ニ冷却スレバ、幾分ノ空虛ヲ管中ニ現出スベシ、其空虛ハPナル重量ヲ有スル水銀ノ容積ニ同ジ。詳言スレバ零度ニ於テP<sub>0</sub>ノ容積ヲ有スル水銀ハt度ニ昇レバPノ増容アリト知ラル、故ニ水銀ノ虛膨脹率ヲD'トスレバ左式ニヨリテ之ヲ知ルベシ。

$$D' = \frac{P}{(P-p)t}$$

實測ニヨレバD'ハ  $\frac{1}{6480}$  ナリト云フ。

重量寒暖計。 第一百十二圖ノ如キヲ重量寒暖計ト云フ、何トナレバ管中ヨリ漏

出スル所ノ水銀ニヨリテ温度ヲ測定シ得ベケレバナリ、左ニ其ノ式アリ。

$$\frac{P}{(P-p)t} = \frac{1}{6480} \therefore t = \frac{6480P}{P-p}$$

マツ零度ノ水銀ヲ管ニ充テ、之ヨリ漏出スル所ノ分量ヲ知レバ温度ヲ知ルコト容易ナリ。

### 水ノ膨脹。

第一百三圖ニ示スガ如キ器ヲ取り、之レニ水ヲ充テテ熱スレバ漸漸

膨脹シテ遂ニハ玻璃管ノ上端ヨリ漏出スルコトアルベシ、次ギニ氷ヲ以テ之ヲ冷却スルニ、水ハ漸漸収縮シ、管ニ於テ降下スルヲ見ルベシ、然レドモ或一定ノ温度即露氏寒暖計ノ四度ニ至レバ、全ク収縮スルコトナク、コレヨリ更ニ冷却スレバ復膨脹スベシ、故ニ水ハ攝氏ノ四度ニ於テハ最密ナルモノニシテ、之レヨリ冷却スレバ密度却テ減少ス、氷ノ水上ニ浮ブハ之ガ爲ナリ。

水ノ此ノ特性ハ天地間ノ經濟上甚必要ナルモノナリ。例セバ冬時ニ於テ池沼等ノ水面熱ヲ失ヒテ冷却スルヤ其密度増スヲ以テ、下ニ沈ミ、下部ニアル温暖ノ水ト交代スベシ、而シテ此ノ循環ハ全水四度ニ至ル迄繼續シ、ソレヨリ更ニ冷却スレバ表面ノ水沈降スルコトナク、遂ニ氷結スルニ至ルベシ。モシ水ニシテ右ニ述ブルガ如キ特性ヲ有セザレバ、氷點ニ達スル水モ尙水底ニ沈降シテ池水全ク氷結シ、其ノ中ニ生活スル動物ヲ傷害スベシ。然レドモ水ハ表面ニ於テノミ氷結スルヲ以テ、一度水面ニ氷ヲ結ベバ此ノ氷塊ハ大ニ下部ノ水ヲ保護シテ容易ニ其ノ温度ヲ降下セシメス、水ノ大部分ハ酷寒ノ候ト雖氷結スルコトナク、水ノ全體ハ能ク四度ノ温度

ヲ保ツベシ

氣體ノ膨脹。一箇ノ小ふらすこニ木栓ヲ挿シ之ニ細キ玻璃管ヲ挿入シテ倒  
マニシ、第百十三圖ニ示スガ如ク其ノ下端ヲ彩色セル水ヲ有セルふらすこニ沈メ

第百十三圖



上部ノふらすこヲ少シク熱シテ空氣ノ幾分ヲ驅  
逐シタル後チ上ノ熱ヲ去レバ水ノ幾分玻璃管ニ  
昇ルベシ。斯クシテ製セルモノヲ空氣寒暖計ト云  
フ。若シ水銀寒暖計ト比較シテ之ニ度標ヲ附スレ

バ一種ノ好寒暖計ヲ得ベシ。

凡テ氣體ハ其ノ如何ナル種類タルヲ論ゼズ、壓力一定ノ時ニ於テハ増温ニ由リテ  
膨脹スル割合ハ一定ナルモノナリ。而シテ其ノ膨脹率ハ攝氏一度ノ増温ニ於テ、攝氏  
零度ノ時ノ容積二百七十三分ノ一(0.00366)ヲ増スモノナリ。是レ氣體ノ固  
體及ビ液體ト異ナル所ナリ。即チ固體ニ於テハ各種ノ膨脹率一定セズ、液體モ亦概  
シテ膨脹率固體ニ比スレバ大ナレドモ各物、一樣ニ膨脹セザル點ニ於テハ相等シ、  
獨リ氣體ニ於テハ其膨脹スル割合甚大ナルノミナラズ一定ノ法則ニ從フモノト

ス、左ニ其ノ定則ヲ掲グ、曰ク

(一) 凡テ乾燥セル氣體ニ於テハ壓力變ゼザレバ膨脹率同シ。

(二) 乾燥セル氣體ニ於テハ如何ナル壓力ヲ受クルモ容積ハ攝氏一度ノ増温ニヨリ  
テ其ノ零度ノ時ノ容積ノ二百七十三分ノ一ヲ増加ス。

今一例ヲ舉ゲテ此法則ヲ明カニスベシ。零度ニ於テ一立方センチメートルノ氣體

ハ一度ニ於テ  $1 + \frac{1}{273} = 1 + 0.00366$  立方センチメートルトナリ、五十度ニ於テ

$1 + \frac{50}{273} = 1 + 0.00366 \times 50$  立方センチメートルトナル。換言スレバ零度ニ於

テ二百七十三容アル氣體ハ、一度ニ於テ二百七十四容トナリ、五十度ニ於テハ三百

二十三容トナルモノトス、更ニ之ヲ明ニセンガ爲ニ左ニ一例ヲ舉ゲ示サン。

實例——零度ニ於テ百六十立方センチメートルノ氣體アリ、壓力變ゼズシテ温度十五度  
ニ昇ラバ其ノ容積幾何トナルカ。

解——零度ニ於テ二百七十三容ノ氣體ハ十五度ニ於テ二百八十八容トナルベシ。

故ニ左ノ比例式ヲ得

$$273:288::160:x \quad x=168.6$$



實例——十五度ニ於テ一千<sup>リ</sup>とるノ瓦斯ハ壓力變ゼズトスレバ二十七度ニ於テ幾何容トナルベシヤ。

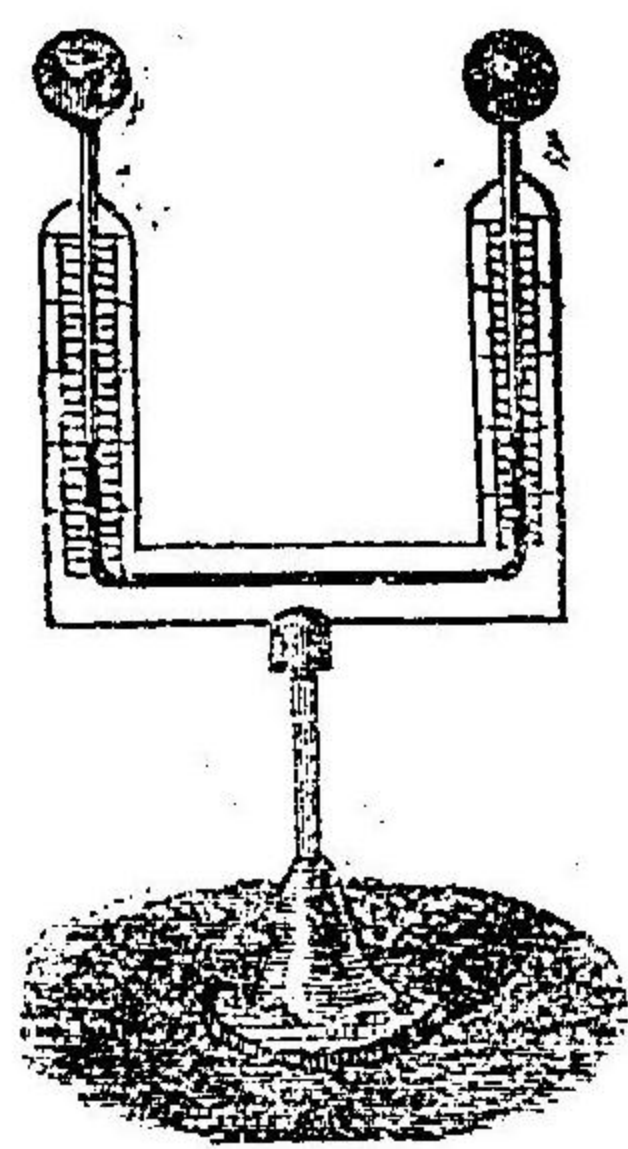
解——零度ニ於テ二百七十三容アルモノハ十五度ニ於テハ二百八十八容トナリ  
二十七度ニ於テ三百容トナルベシ、即チ十五度ニテ二百八十八ノモノハ二十七度ニテハ三百トナルヲ以テ、左ノ式ヲ得ベシ、

$$288:300::1000:x$$

絕對的零度。右ニ述ブルトコロノ氣體膨脹ノ規則ハ零度以下ニ冷却シタル場合ニ通ズルモノナリ。即零度ニ於テ二百七十三容アルモノ、零下三度ニ至レバ二百七十容トナリ、零下十六度ニ至レバ二百五十七度トナルベシ、若シ此ノ割合ヲ以テ進メバ、零下二百七十三度ニ至レバ容積全ク無トナラザルヲ得ズ、然レドモ實際ニ於テ此ノ温度ニ至ルマデ氣狀ヲナスモノアルコトナシ、皆ココニ至ラザル前ニ於テ收縮シテ固體トナルベシ。但吾人ハ此ノ零下二百七十三度ヲ絕對的ノ零度ト名ツク、蓋シ此ノ度ニ於テハ物體分子ノ運動止ミ、溫熱全ク消滅スト考フルヲ以テナリ。

示差寒暖計。りすれい氏ハ相接近スルニ處ノ温度ノ差ヲ示スベキ寒暖計

第四百四圖



チ工夫セリ。其ノ形狀ハ第百十四圖ニ示スガ如シ。若シ兩球ニ於ケル空氣ノ温度同一ナルトキハ、中央ニ盛レル帶色液ノ兩脚ニ昇レル高サハ同一ナルベキモ、一球若シ熱ニ遭ヒテ其ノ内ノ空氣膨脹スレバ、之ニ連續スル脚ノ帶色液ハ壓下セラレ、他脚ニ於

テ液ノ昇ルヲ見ルベシ。乃チ兩脚ニ在ル液ノ高低ノ差ニヨリテ二球ノ温度ノ相異ヲトスベキナリ。

熱ノ物體ノ密度ニ及ボス影響。熱ハ物體ノ容積ヲ増スヲ以テ、其密度

ヲ減ズベシ、何トナレバ一物體アリ、熱ノ影響ニヨリテ容積ヲ増シタリトスルモ、更ニ其ノ實質ニ増加アルベキ筈ナシ、故ニ一單位ノ容積内ニ含有セラルベキ實質ノ分量ハ減少セザルヲ得ズ。例ヘバ攝氏ノ四度ニ於ケル一立方センチとるノ蒸溜水ハ一グラムノ重量ヲ有ス、然ルニ今之ヲ百度ニ熱スレバ、其容積ハ一〇四三立

方せんちめいどるトナリ、而シテ其實質ニ於テハ更ニ何等ノ變化ナキヲ以テ、同ジク一ぐらむナリ、故ニ百度ニ於ケル一立方せんちめいどるノ水ハ  $0.86(10^3)$   $\rho = 0.86$  ぐらむノ重量ヲ有ス、乃チ四度ノ水ノ密度ト百度ノ水ノ密度ノ比トハ一ト〇.八六ナリト知ルベシ、固體及ビ氣體ニ於テ温度ノ變化ノタメニ、其密度ニ變化ヲ及ボス割合ハ、其ノ物ノ膨脹率ヲ知レバ之ヲ算定シ得ルコト右ノ一例ニテ明カナラン。

### 第三章 熱量ノ測定—比熱—融解ノ潛熱

**熱位。** 熱ハ温度ノ高キ體ヨリ温度ノ低キ體ニ向テ傳達スルモノナリ、吾人若シ攝氏零度ノ水一斤ト同十六度ノ水一斤トヲ混和スレバ八度ノ水二斤ヲ得ベク、十六度ノ水一斤ト三十五度ノ水一斤トヲ混和スレバ二十五度半ノ水二斤ヲ得ベシ、是レ前者ニ在リテハ一斤ノ水ノ温度十六度ヨリ八度ニ至ルマデ、八度丈ケ降下スルニヨリテ、零度ノ水ヲ八度丈ケ昇ラシメタルナリ、又後者ニアリテハ一斤ノ水ノ九度半降下スルニ依リテ、他ノ一斤ノ水ヲ九度半昇ラシメタルコトヲ知ルベシ、又二斤ノ水ノ五度降ルニ方リテ放出スル所ノ熱ハ一斤ノ水ヲ十度昇ラシムルニ足

ル一斤ノ水ノ十度降ルニ際シテ放出スル所ノ熱ハ二斤ノ水ヲ五度昇ラシムルコトヲ知ルベシ、何トナレバ零度ノ水一斤ト十五度ノ水二斤トヲ混和スレバ十度ノ水三斤ヲ得ベク、零度ノ水二斤ト十五度ノ水一斤トヲ混和スレバ同ジク五度ノ水三斤ヲ得ベキヲ以テナリ。

以上ノ實驗ハ一斤ノ水ノ一度降下スルニ方リテ放出スル所ノ熱量ハ他ノ一斤ノ水ニ於テ一度ノ増温ヲナスモノナルコトヲ示ス、而シテ一斤ノ水ヲ五度増温スルニハ之ニ五倍スルノ熱量ヲ要シ、二斤ノ水ヲ十度増温スルニハ之ニ二十倍スルノ熱量ヲ要スベキハ容易ニ知ラル、ナリ。

凡ソ物ノ量ヲ測定スルニハ之ガ單位ヲ定メザルベカラズ、熱量ヲ測ルニ於テモ亦然リ、乃チ英式ニヨレバ一英斤ノ水ヲ攝氏ノ一度昇ラシムルニ足ルノ熱度ヲ單位ト定メ、之ヲ熱位ト云フ、又佛式ニヨレバ一きろぐらむノ水ヲ攝氏ノ一度昇ラシムルニ足ルノ熱位ヲ單位トシ名ヅケテ加ろりトス、故ニ一かろりハ二ニ熱位ニ當リ一熱位ハ〇四五かろりニ當ル。

### 比熱。

異質ノ二物體同量ヲ一器中ニ置き、同一ノらんぶヲ以テ同時間熱スル

三兩者ハ共ニ同量ノ熱ヲ受ケタルヲ疑ヒナカルベキモ、其ノ温度ヲ比スレバ大ニ相異アルヲ認ムベシ、乃チ同量ノ異質體ヲ同一ノ温度ニ熱スルニ方リテ兩者ガ吸收スベキ熱量決シテ同一ナラザルヲ知ル。水ト水銀トノ例ニ就キテ見ルニ、水一斤ヲ一度増温スルニ足ルノ熱量ハ、一斤ノ水銀ヲ殆ト三十度増温スベシ、更ニ之ヲ云ヘバ百度ニ於ケル同量ノ水ト水銀トヲ冷却シ兩者ノ温度ヲシテ共ニ室内ノ温度ト同一ナルニ至ラシメ、此ノ際放出スル所ノ熱量ヲ測定スルニ決シテ同一ナラズ、水ハ水銀ニ比シテ殆ト三十倍ノ熱量ヲ放出スルモノトス。

更ニ一例ヲ舉グベシ。一斤ノ水ヲ一器ニ盛り、水ヲ以テ之ヲ圍ミ、其ノ温度ヲシテ零度ニアラシメ、次ギニ一斤ノ銃丸ヲ沸騰水中ニ投ジ、其ノ温度昇リテ百度トナレルトキ之ヲ零度ノ水ニ入レ、能ク攪拌シテ後温度ヲ驗スレバ、水ト銃丸ノ温度ハ共ニ十度ニアルヲ認ムベシ、即チ一斤ノ銃丸ノ九十度冷却スルニ方リテ放出セル熱量ハ、同量ノ水ヲ十度増温セシメタルヲ以テ一斤ノ水ヲ一度昇ラシムルニ足ルノ熱量ハ、同量ノ銃丸ヲ九度昇ラシムルコトヲ得ベク、同温度ニ達スルタメニ銃丸ノ要スル所ノ熱量ハ同量ノ水ニ比スレバ僅ニ其ノ九分ノ一ニテ足ルコトヲ知ル。

是ニ於テ比熱ノ定義アリ曰ハク一、定量ノ某物體ヲ一度昇ラシムルニ要スル熱量ト同量ノ蒸溜水ヲ一度昇ラシムルニ要スル熱量トノ比ヲ名ツケテ該物體ノ比熱トス。サレバ銃丸ノ比熱ハ九分ノ一ナルコトヲ知ルベシ。

**融解。** 熱ハ單ニ物體ノ温度ヲ變化スルノミナラズ、尙其ノ理學的状態ヲモ變ズルモノナルコトハ吾人日常ノ經驗ニヨリテ之ヲ知ル、即チ熱ハ氷ノ如キ固體ヲ液體ニ變ジ、或ハ液體ヲ氣體ニ變ズルナリ。

今若シ一塊ノ氷ヲ取り、之ヲ粉碎シテ一器ニ投ジ、之ニ寒暖計ヲ挿入シテ熱ヲ加フルニ、如何ニ火力ヲ強クスルモ氷ノ全ク融解シ終ハルマデ器中ノ水ハ必ず零度ニ在ルベシ。獨リ氷ニ限ラズ、他ノ固體例ヘバ地蠟ノ如キチ一器ニ置キ之ニ熱ヲ加ヘテ融解スルニ、其ノ全ク液化シ終ハルマデハ温度一定シテ變ゼザルベシ、此ノ規則ハ他ノ固體ニモ通ズルモノトス、故ニ融解ノ規則アリ、曰ハク

- (一) 凡テ固體ハ(大氣ノ壓力一定ノトキニハ)一定ノ温度ニ於テ融解ヲ始ム。
  - (二) 其ノ融解ヲ始メタルトキヨリ全ク融解シ終ハルマデハ温度ハ一定不變ナリ。
- 斯ク固體ノ融解スルニ方リテハ、何如ニ多量ノ熱ヲ加フルモ、決シテ其ノ温度ヲ増

スコトナシトセバ、此ノ際費ヤサレタル餘分ノ熱ハ何レニ行キシヤ、勢不滅ノ説ニヨリ全ク消了シタルモノニアラザルヤ明カナリ。顧フニ固體ト液體トハ分子排列ノ模様決シテ同ジカラザルベシ、サレバ融解ノ際ニ吸收セラレタル熱ハ固體分子ノ凝聚力ニ打ち勝ち、之ヲ分裂シテ液狀ヲナスニ適スルノ状態ヲ取ラシムルニ必要ナル内部ノ動作ヲナシ潜勢トシテ、存在スルガ故ニ、寒暖計ニ感ズベキ現勢即チ熱トナリテ現出セザルベシ、決シテ消滅シタルニアラザルナリ、何トナレバ液體ノ再ビ固體ニ變ズルニ方リテヤ、斯ク潜在スル勢ハ再ビ熱トシテ出現スルモノナルコトハ後節ニ於テ明カナレバナリ、之ヲ要スルニ固體ノ分子ヲシテ液體分子ノ地位ヲ取ラシムルハ、恰モ低所ノ物體ヲ高所ニ登スガ如シ、一タビ之ヲ登ラシムレバ其ノ之ヲ登ラシムルニ要セラレタル勢ハ高所ノ體ニ於テ存在セザルガ如クナレドモ、其ノ實潜勢トナリテ存在スルモノニテ再ビ之ヲ低所ニ降下セシムルニ方リテハ、自ラ先キニ吸收セシ丈ケノ勢ヲ發現スベキヲ以テナリ。

固體融解ノ潜熱ヲ解スルコト左ノ如シ、  
其ハ温度ヲ増スコトナク、一定量ノ某固體ヲ全ク變化スルタメニ要スル所ノ熱量

ヲ該固體融解ノ潜熱ト云フ。

〇 氷ノ融解ノ潜熱ヲ測定スル法。

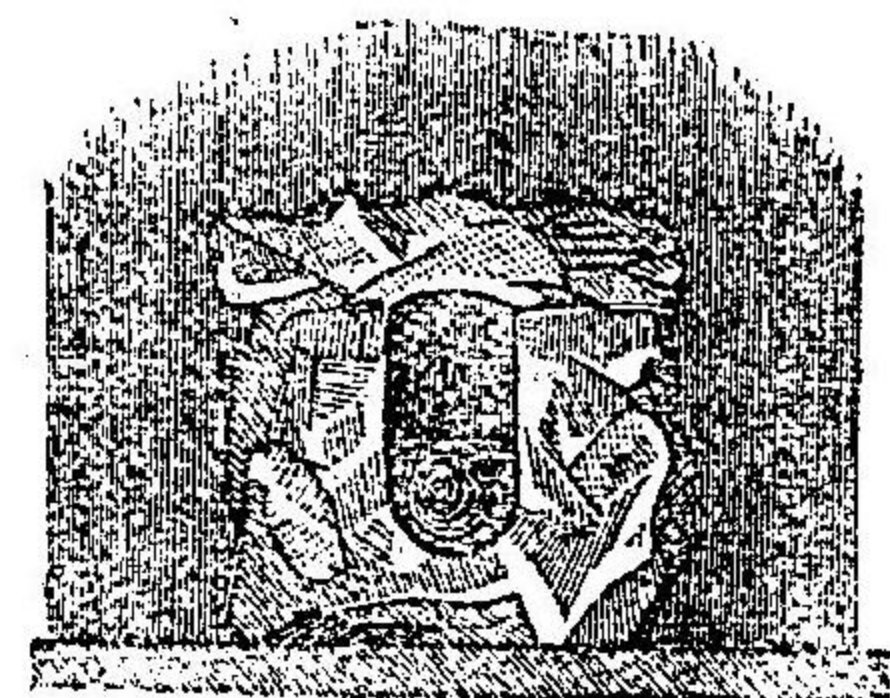
豫メ其重量ヲ知レル玻璃器ニ粉碎セル氷五

十グラム許ヲ充テ、全ク水分ヲ滴去シテ氷ノ重量ヲ知り、之ニ沸騰水百グラム加ヘテ攪拌シ、氷ノ全ク融解シタルトキニ水ノ温度ヲ驗シ、且ツ之ヲ再ビ秤量シテ其ノ加ハリタル重量ヲ驗スベシ、今假リニ氷ハ五グラムニシテ、之ヲ融解スルタメニ加ヘタル沸騰水ハ百グラムナリトシ、二者ノ混和ニヨリテ生ジタル水ハ四十度ノ温度ヲ有セリト假定シ、一グラムノ水ヲ一度昇ラシムル熱量ヲ單位即チ一熱位トシテ算定スルニ、百グラムノ水ハ百度ヨリ四十度マデ降下スルニ放出スル熱量ハ六千熱位ナリ、又五グラムノ氷ヲ零度ヨリ四十度ニ至ル迄ニ熱スル所ノ熱量ハ二千熱位ナリ、故ニ之ヲ六千熱位ヨリ引キ去リテ殘レル四千熱位ハ則チ零度ノ氷五十グラムヲ零度ノ水ニ變ズルニ要セラレタル熱量ナリ、是ニ由テ之ヲ觀ルニ一グラムノ氷ヲ融解スルニ要セラレタル潜熱ハ八十(400 + 50 || 80)熱位ナルコトヲ知ル。吾人若シ一斤ノ水ヲ一度昇ラシムル熱量ヲ單位トシテ算定スレバ、零度ノ氷一斤ヲ融解シテ零度ノ水トナスニ要セラレルベキ熱量ハ、同量ノ水ヲ零度ヨリ八十度

ニ昇ラシムルコトヲ得ベシ。

氷ノ融解ニヨリテ比熱ヲ測定スル法。 第百十五圖ニ於テ見ルガ如ク氷ノ一塊ヲ取り、之ニ孔ヲ穿テ、別ニ氷ノ蓋ヲ製シ、内部ヲ海綿ニテ拭ヒ、全ク水分ヲ去リ、

今比熱ヲ驗セントスル金屬塊ヲ百度ニ熱シテ之ヲ彼ノ



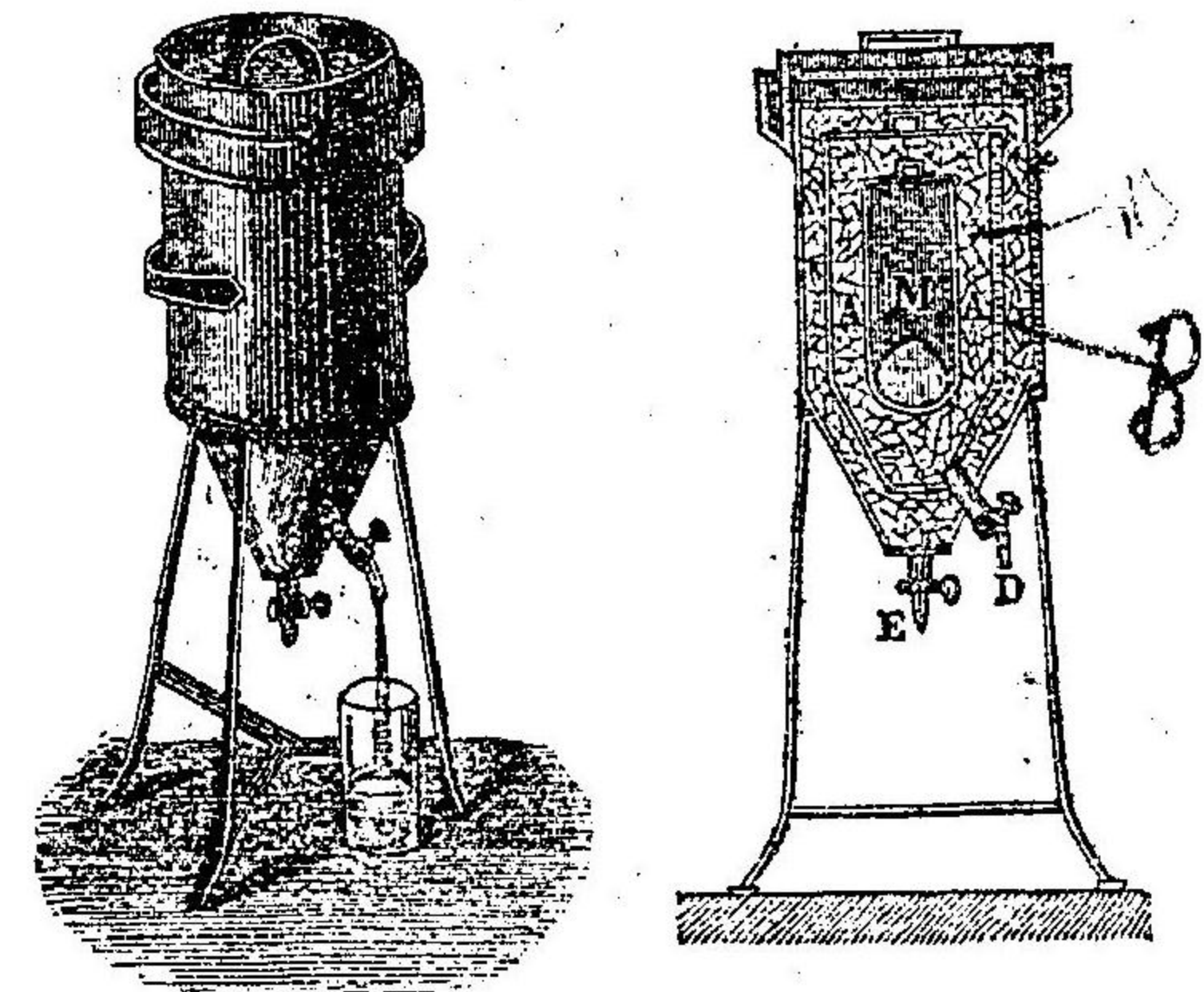
第 百 五 十 圖

氷塊ノ孔中ニ置キテ氷蓋ヲ載セ暫クシテ金屬塊ヲ取り出シ、其重量ヲ知レル海綿ヲ以テ孔中ノ水分及ビ金屬塊ニ附着セル水分ヲ拭ヒ取り、融解シタル氷ノ量ヲ測定スベシ。假リニ此ノ實驗ニ用ヒタル金屬塊ハ十五グラムノ亞鉛ナリトシ、海綿ノ吸收シタル水即チ融解シタル氷ハ一八グラムナリトセバ、其ノ潛熱ハ百四十四 (18 x 8) 〃

144 熱位ニシテ此ノ熱量ハ十五グラムノ亞鉛ノ百度ヨリ零度ニ下ルニ方リテ放出シタル熱量ナリ。是ヲ以テ一グラムノ亞鉛ノ一度冷却スルニ放出スル熱量ハ〇〇九六  $\left( \frac{144}{100 \times 15} = 0.96 \right)$  熱位ナルコトヲ知ル、乃チ亞鉛ノ比熱ヲ〇〇九六ト定ム

左ノ方法ハふらつく氏ノ創意ニ係ルモノナルガ、らぼあじぬい、らぶらすノ二氏ハ

第 百 十 六 圖



之ヲ改良シテ氷ノ熱量計ナルモノヲ製セリ。此ノ器ハ第百十六圖ニ示スガ如ク、Mナル體ヲ薄キ銅器Aニ入レ、更ニAヲBニ入レ、其ノ間ヲ水ヲ以テ隔テ、Bト外部ノ器トノ間ニモ亦水ヲ充ツ、是レ室内ノ温度ヲシテB器ノ氷ニ達スルヲ防ガントテナリ。B器中ニ於テ生ジタル水ハDナル水口ヨリ流出スベキヲ以テ、其ノ重量ヲ知ルコト容易ナリ。但シ算測ハ前法ニ同ジ、

液 體 ノ 凝 結

固體ヲ液化スルニ熱ノ作用ニ依ラザルベカラズ、而シテ氷、鑄鐵

ヲM體ニ換フレバ可ナリ。

蒼鉛等ノ如ク液化シテ收縮スルモノアリ、鉛、黃金、銀等ノ如ク液化スレバ膨脹スルモノアリト雖モ、要スルニ各固體ハ皆其ノ液化スルニ方リテ潜熱ナルモノヲ吸收スルヲ以テ、再固結スルニ方リテハ此ノ熱ヲ放出スルモノナリ。今之ヲ證スルタメ攝氏三十度ノ溫度ヲ有スル水ニ、溶解シ得ル限リノ硫酸曹胃母ヲ溶カシテ徐ニ冷却シ、而シテ之ヲ振蕩スレバ、溶液忽チ凝結シ、此際熱度ノ大ニ上ルヲ認ムベシ。凡テ液體ハ其ノ氷結點ニ至ルマデ冷却スルモノニテ、此ノ點ニ達スレバ潜熱ヲ放出シテ凝結ヲ始ムベシ。氷點ニ達シタル水ノ直ニ凝結スルコトナキハ其潜熱ヲ放出スルニ若干ノ時間ヲ要スレバナリ。

水ハ其凝結ノ際膨脹スルモノナルヲ以テ、強キ器中ニ水ヲ充テ、密封シ、烈シク之ヲ冷却スレバ、凝結ノ際其ノ器ヲ破壊スルコトアリ、若シ冷却セル水ノ膨脹シテ凝結セントスルニ方リ、之ヲ膨脹シ得ベカラザラシムレバ、溫度氷點以下ニ降ルモ決シテ氷結セザルベシ。凡テ壓力ハ、融解ノ際收縮スル物體ハ、氷結點ヲ低下スルモノナリ、之ト反シテ溶解ノ際膨脹スル液ハ、氷結ハ壓力ニヨリテ進メラルル者ナリ。水ノ氷點ハ壓力ニヨリテ低下セラルルモノナルヲ以テ、若シ強ク氷塊ヲ壓搾スレバ

忽チ融解シ、壓ヲ去レバ凝結スルモノナリ。吾人若シ二片ノ氷塊ヲ取り、之ヲ壓着スレバ其ノ壓セラルル部分ハ融解スベキモ、若シ壓ヲ去レバ二片凝着スベシ、之ヲ凍着ト云フ。雪ヲ握壓シテ、以テ雪球ヲ作ルハ凍着ノ理ニヨレルナリ。

**固體ノ溶解ニ基ツク凍氷劑。** 固體ノ融解スル際ニ熱ヲ吸收スル理ニ基キ凍氷劑ヲ製ス、例ハバ粉碎セル氷片若クハ雪ヲ一器ニ入レ、之ニ食鹽ヲ加ヘテ攪拌スルニ、鹽ト水ト同時ニ融解スルニ方リテ大ニ潜熱ヲ吸收スルヲ以テ、此ノ際若シ試験管ニ少量ノ水ヲ入レテ之ヲ攪拌スルトキハ管中ノ水忽チ凝結スベシ。

凍氷劑ノ重ナルモノヲ擧グレバ左ノ如シ。

(一) 硫酸曹胃母三分ニ稀硝酸ヲ加ヘテ攪拌スレバ、溫度ハ攝氏十度ヨリ零下十八度ニ下ルベシ。

(二) 磷酸曹胃母六分ニ稀硝酸五分ヲ加フレバ溫度ハ十度ヨリ零下二十九度ニ降下スベシ。

(三) 結晶鹽化カルシウム十分ニ雪七分ヲ加フレバ、溫度ハ十度ヨリ零下五十度ニ降下スベキナリ。

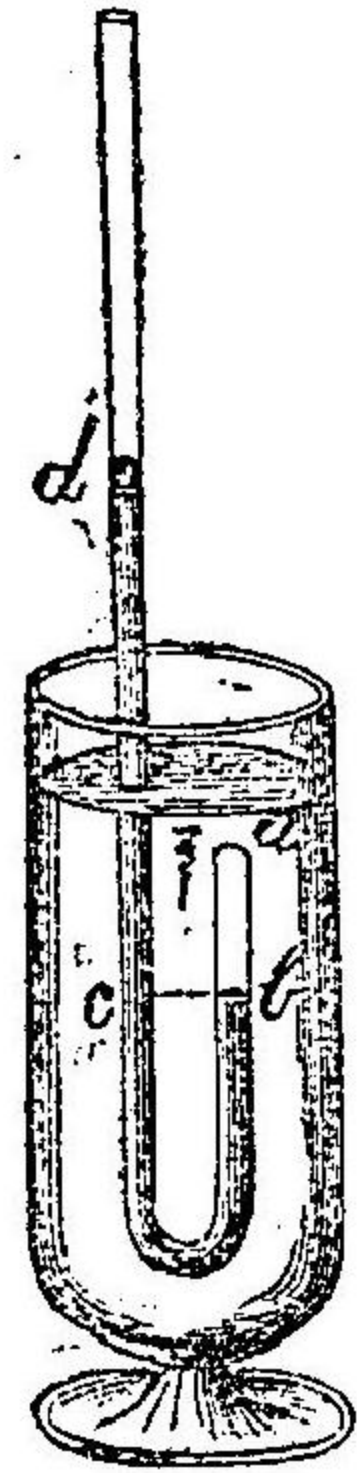
第四章 液體ノ氣化—蒸氣ノ潛熱—大氣中ノ濕氣

蒸氣。吾人若シ或ル種ノ液ヲ熱スレバ、管ニ其ノ溫度ニ於テ變化ヲ生ズルノミナラズ液ノ幾分ハ氣狀トナリテ發散スルモノトス。蒸氣即チ是レナリ。而シテ若シ一層熱度ヲ高ムレバ、液體速ニ泡沫ヲ生ジ暫時ニシテ全ク氣化シ去ルベシ、之ヲ沸騰ト云フ。但シ液體ヲ氣化スルニハ必ずシモ沸騰スルヲ要セス。水、酒精、依的兒ノ如キハ開放セル器ニ盛リテ空氣中ニ曝露シ置ケバ、漸次ニ氣化シ去ルモノナリ。此クノ如ク液體ノ沸騰スルコトナクシテ漸次ニ蒸氣ヲ發スルヲ氣發ト云フ。吾人蒸氣ヲ發スル狀態ニ就キテ各種ノ液ヲ二類ニ區分シ、一チ氣發液ト稱シ他チ固定液ト云フ。前者ハ容易ニ蒸氣ヲ發スルモノニシテ、後者ハ化學的變化ヲ受クルニアラザレバ決シテ蒸氣ヲ發セザルモノトス。脂油ノ類是ニ屬ス。又固體ニシテ敢テ液體ニ變ズルコトナク直ニ氣發スルモノアリ、砒素、龍腦、沃素ノ類ヲ始メ多クノ芳香體ノ如キ是レナリ。

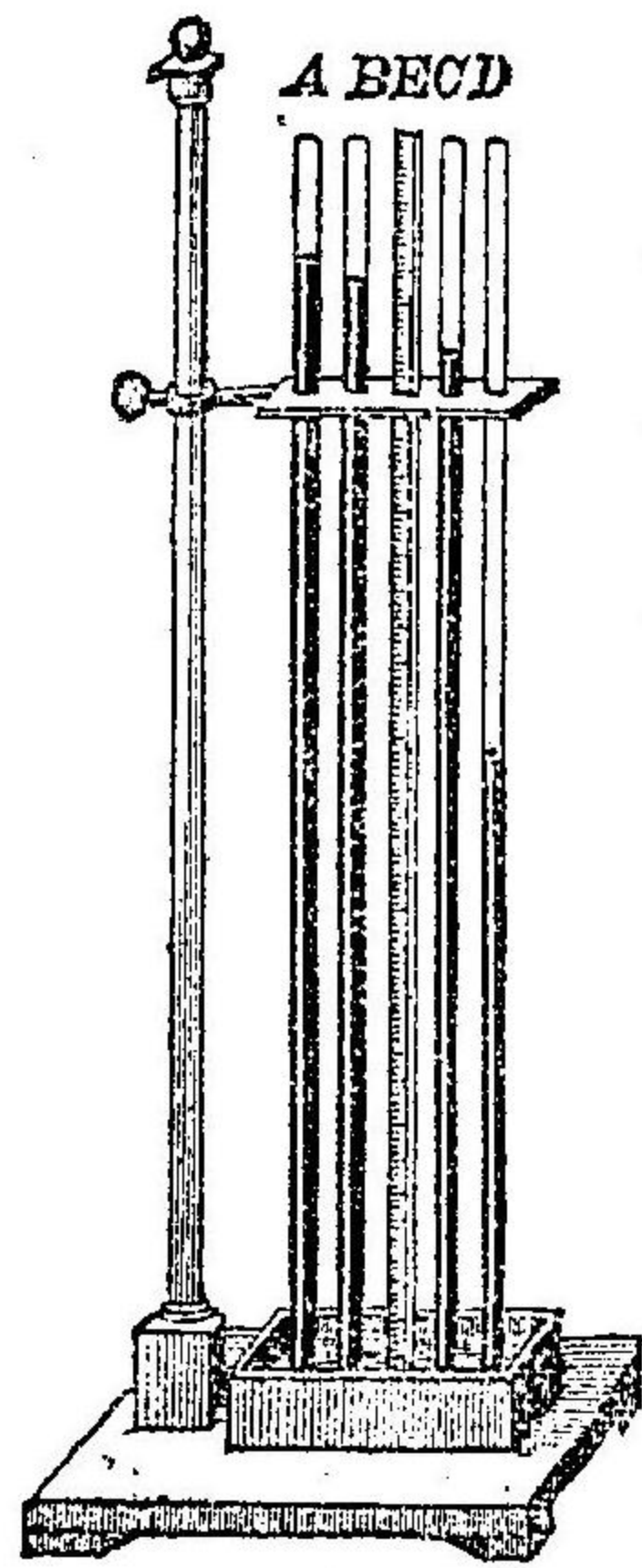
蒸氣ハ通常無色透明ノ氣體ナレドモ各種ノ帶色液中帶色蒸氣ヲ發スルモノ尠カラズ。

蒸氣ノ張力。通常ノ氣體ト同ジク蒸氣モ亦張力即彈力ヲ有セザルナシ、故ニ之ヲ密封セル器ニ盛レバ必ず器ノ内側ニ壓力ヲ及ボスベシ。第百十七圖ハ蒸氣ノ壓力ヲ證スルノ裝置ナリ。一脚ハ長クシテ其ノ端開キ、一脚ハ短クシテ其ノ端閉合セル曲管ヲ取リ、之ニ水銀ヲ半バ充テ、其ノ短脚中水銀全ク充チタル所ニ細管ニテ數滴ノ依的兒ヲ注入シ、此ノ部ヲ圖ニ示スガ如ク攝氏四十五度許リノ温湯ヲ有スル器ニ沈ムベシ、然レバ短脚ニ於ケル水銀ハ下降シ、a b 間ハ蒸氣ヲ以テ充タサルニ至ルベシ。此ノ間隙内ニ存スル蒸氣ノ張力即チ彈力ハ c d 水銀柱ノ重量ト、d ニ受クル所ノ大氣ノ壓力ヲ支持スルニ足ルモノトス。吾人若シ器中ノ温湯ヲ冷却スルカ、或ハ管ヲ之ヨリ取り出ダセバ、依的兒ノ蒸氣ハ收縮シテ小滴トナリ、a b 間隙ハ水銀ノ填充スル所トナリ、彼ノ小滴ハ水銀ノ上部ニ滯ルヲ見ルベシ。之ト反シテ若シ更ニ器中ノ湯ヲ熱シテ大ニ其ノ溫度ヲ高クスレバ短脚ニ於ケル水銀ハ更ニ b ヨリ下ニ降りテ蒸氣ノ壓力大ニ増加シタルヲ證ス。

(第百十七圖)



第百十八圖



眞空内ニ於ケル氣發。前節ノ實驗ヲ行フニ方リテ、管中ノ液ノ氣化スルハ漸チ以テスルモノナルコトヲ認ムベシ、空氣中ニ於テ氣發スルニモ亦漸チ以テスルモノナリ、此等ノ場合ニ於テハ大氣ノ壓力ハ蒸氣ノ發生ヲ妨碍スルニ由ル。サレドモ眞空内ニ於テハ壓力ノ之ニ抗スルモノナキヲ以テ、液ハ忽チ氣發シ去ルナリ。例ヘバ第百十八圖ニ於テ見ルガゴトクA B C Dナル四箇ノ氣壓計ヲ製シ、Aヲバ其ノ儘ニシテ氣壓計ルノ具タラシメ、B管ニ數滴ノ水、C管ニハ同量ノ酒精、D管ニハ同量ノ依的兒ヲ注入スベシ。此等數液ノ管ノ上部ニアル眞空ニ達スルヤ、管中ノ水銀ハ忽チ降下スベシ、是レ管中ニ入レル液ノ蒸氣ノ張力ニヨルナリ、然ルニ其ノ水銀柱ノ降下スル有様ハ各管ニ於テ一様ナラズ、Bニ於テハ降下少ナク、Cニ於テハ之レニ勝リDニ於テハ一層甚シキコト圖ニ示スガ如シ、故ニ蒸氣ノ發生ニ關シテ二則ヲ得タリ。

(一)眞空ニ於テハ氣發液ハ忽チ蒸氣ニ變ズルモノナリ。  
 (二)同温度ニ於テ各液ノ蒸氣ノ張力ハ相違アルモノナリ、例ヘバ攝氏二十度ニ於テハ依的兒蒸氣ノ張力ハ水蒸氣ノ張力ニ比シテ二十五倍ナルガ如シ。  
 蒸氣ノ飽和。一液例ヘバ依的兒ノ少量ヲ氣壓計ノ眞空ニ入ルレバ、忽チ氣發スル者ナルコトハ既ニ述ブルガ如シ、而シテ更ニ少量ヲ注加スレバ更ニ水銀柱ノ降下ヲ見ルベシト雖、之ヲ加ヘテ或ル一定ノ度ニ達スレバ、最早氣發スルコトナクシテ餘分ノ液ハ水銀柱ノ上部ニ滯ルベシ。此ノ時ニ方リテ彼ノ蒸氣ヲ有スル部分ヲ熱スレバ滯留セル液ハ氣發シ、温度ヲ減ズレバ蒸氣ノ幾分更ニ收縮スベシ、故ニ知ル、一定ノ温度ニ於テハ一定ノ間隙ヲ填充スル各蒸氣ノ分量ニ定限アルモノナルコトヲ、此クノ如ク間隙ノ蒸氣ヲ以テ充分填充セラレタル場合ニ於テハ、此ノ間隙ハ蒸氣ヲ以テ飽和セラレタリト云フ。且ツ眞空内ニ於テ液ノ最早氣發セザルベキニ於テハ、水銀柱ハ降下セザルヲ以テ、蒸氣ノ張力ニモ亦限リアルコトヲ知ルベシ。換言スレバ蒸氣ハ各温度ニ於テ最高張力ヲ有スルモノニテ、其ノ飽和ノトキハ



即ち此ノ最高張力ヲ有スルトキナリ、故ニ知ル、蒸氣ノ最高張力ハ、溫度ト液ノ性質トニ關係スルモノナルコトナリ。

左ニ零度ヨリ百度ニ至ル水蒸氣ノ最高壓力ヲ表出ス

溫度	水蒸氣ノ最高張力	溫度	水蒸氣ノ最高張力
零	四、六〇〇	三〇	三二、五四八
一	四、九四〇	四〇	五四、九〇六
五	六、五三四	五〇	九一、九八二
一〇	九、一六五	七〇	二二三、〇九三
一五	一二、六九九	九〇	五二五、四五〇
二〇	一七、三九一	一〇〇	七六〇、〇〇〇

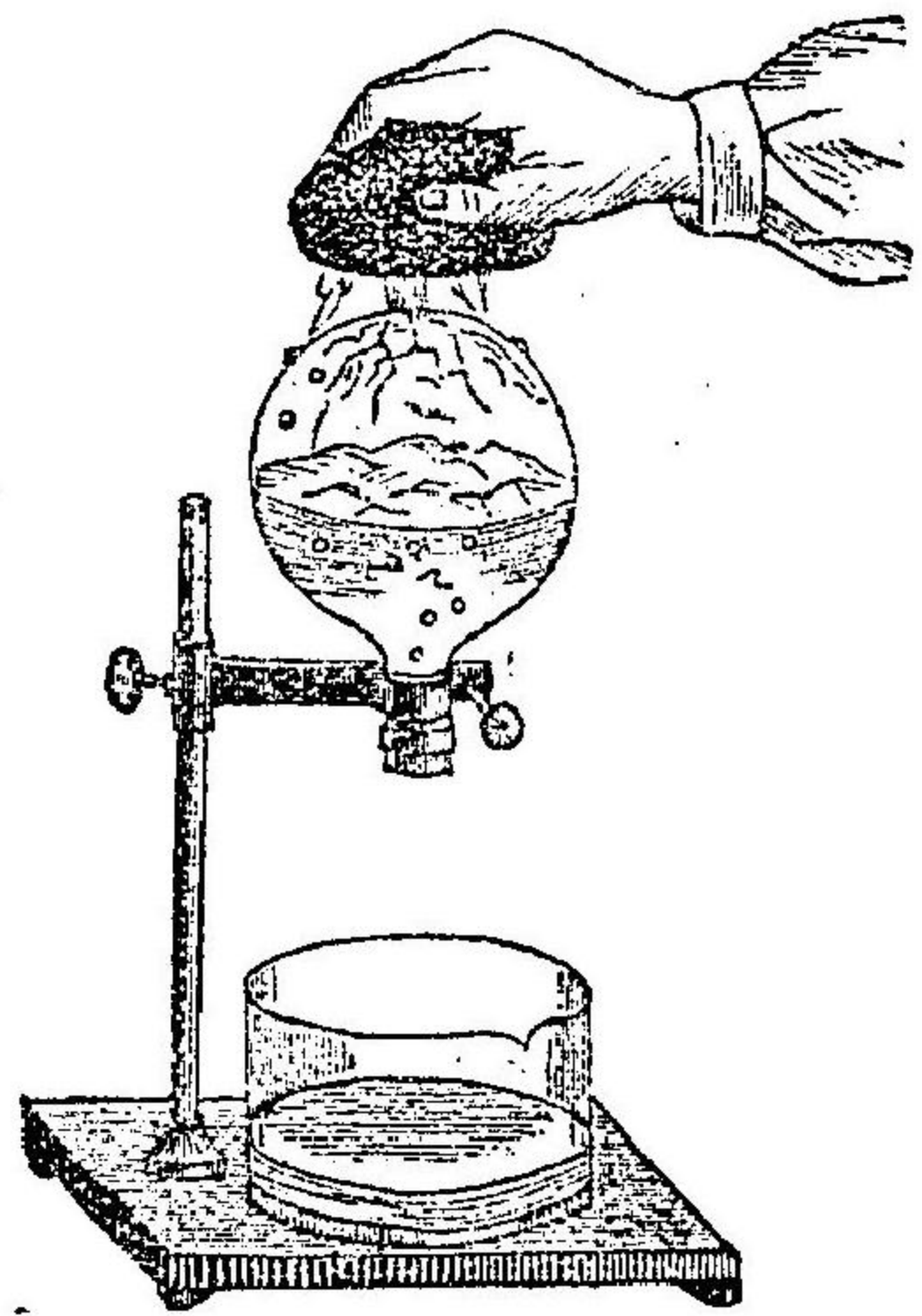
飽和セル蒸氣ハまゝおつとノ法則ニ從フモノニアラズ、何トナレバ壓力ヲ増セバ蒸氣ノ幾分收縮シテ液體トナリ、愈々増セバ愈々液化スルヲ以テナリ、蒸氣ニシテ右ノ規則ニ從フハ其ノ飽和セラレザルトキニアリト知ルベシ。

實驗ニヨルニ真空ニ於テモ、又ハ空氣中ニ於テモ、蒸氣ノ最高張力ハ變ゼザルモノナリ、換言スレバ同一溫度ニシテ同一壓力ノトキニハ一定ノ間隙ヲ飽和スベキ蒸氣ノ分量ハ、假令其ノ間隙内ニ空氣ノ存在スルモ、若クハ真空ナルモ、決シテ相違ナキモノナリ。但真空ニ於テハ氣發速ニシテ空氣中ニ於テハ氣發徐々タルノ相違アルノミ。

沸騰點

液體ノ沸騰スル溫度ヲ稱シテ其ノ液體ノ沸騰點ト云フ、而シテ液體ノ沸騰點ハ壓力ニ關係スルモノニシテ、

第一百十九圖



底ニ海綿ヲ以テ冷水ヲ注グバ、器中ノ水ハ更ニ沸騰ヲ始ムベシ、此ノ際溫度ハ既ニ

沸騰點ハ壓力ニ關係スルモノニシテ、溫度ニ關係スルモノニアラズ。例ヘバ一からすこヲ取り、其ノ容四分ノ一許水ヲ充テ、之ヲ五分間烈シク沸騰シ、然後栓ヲ以テ密閉シテ火ヲ去リ、第一百十九圖ニ於テ見ルガ如ク之ヲ倒マニシテ沸騰セザルニ至ラシメ、ふらすこ

通常沸騰點ノ下ニアルナリ、此ノ理由タル器底ヲ冷却スルヤ器中ニアル水蒸氣收縮シテ其ノ器中ノ水ニ及ボス壓力減シタルヲ以テ、溫度降下シタルモ沸騰ヲ始メタルナリ、高山ニ登リテ水ヲ煮ルニ、其ノ沸騰點ノ下降スルハ空氣ノ壓力少ナキニ由ル。

若シ水、酒精、依的兒等ヲ排氣鍾内ニ置キテ空氣ヲ抽出セバ、孰レモ沸騰ヲ始ムベシ。凡ソ水、若クハ他ノ液ニ於テ、其ノ蒸氣ノ最高張力ト大氣ノ壓力ト相平均スルニ至リテ沸騰スルモノトス。

實驗上知り得タル沸騰ノ法則ハ左ノ如シ。

- (一) 沸騰點ハ壓力ニ準ジテ増加ス。
- (二) 一定ノ壓力ニ於テ各液ノ沸騰ハ一定ノ溫度ニ於テ始マル、而シテ此ノ溫度ハ液體ニヨリ相違アレドモ同一ノ液ニ於テハ絶エテ變更ナシ。
- (三) 一度沸騰ヲ始ムルヤ如何ニ熱ヲ強クスルモ液ノ溫度ハ増スコトナシ。
- (四) 液體若シ他ノ固體ヲ溶解シテ含有スレバ其ノ沸騰點昇ルベシ。

〇 蒸氣ノ潛熱。 固體ヲ融解スルニ方リテハ其ノ融解ヲ始メタル時ヨリ全ク融

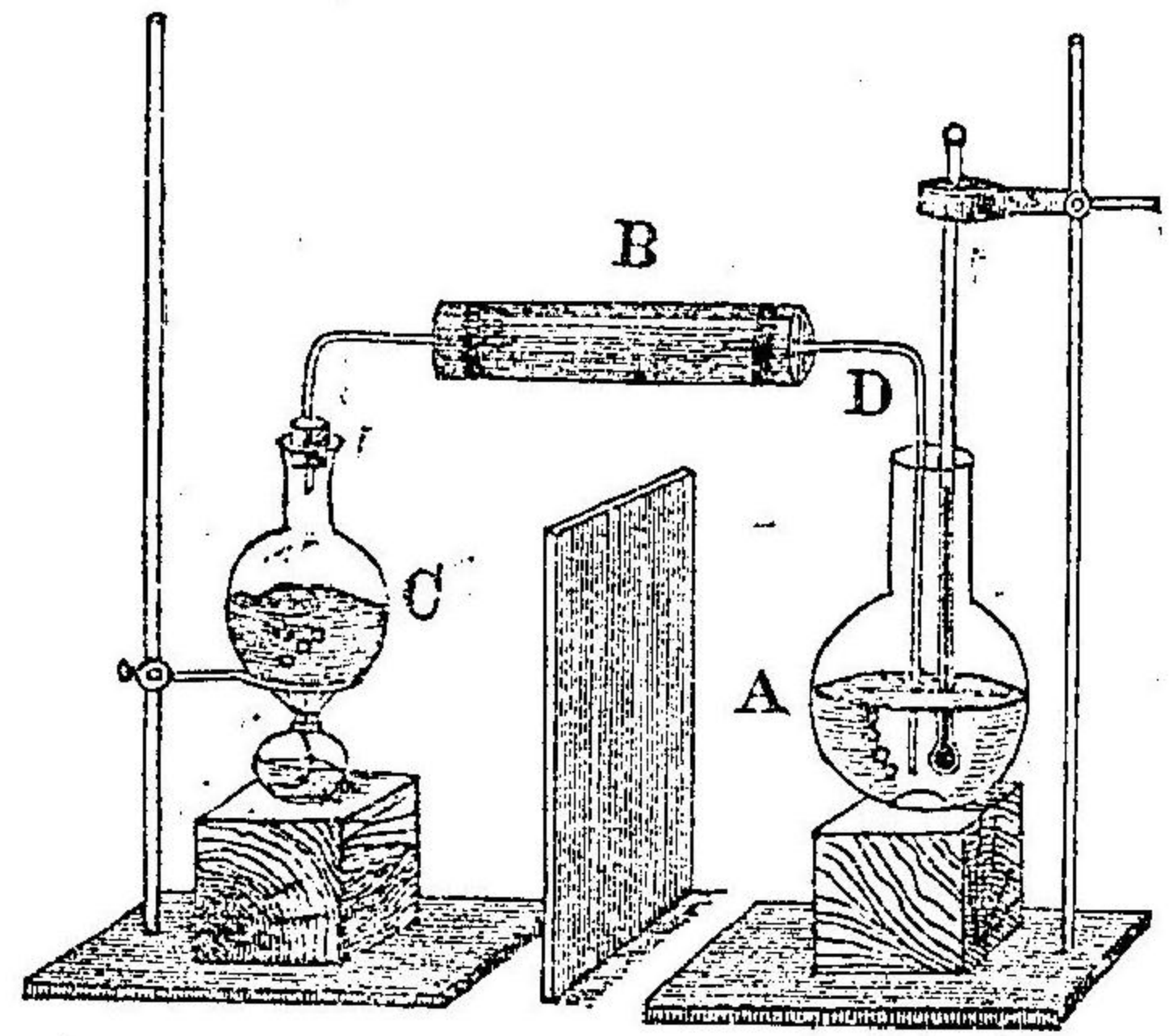
シ終ハルマデハ如何ニ熱ヲ加フルモ、溫度一定シテ變化ナキハ融解ノ際、餘分ノ熱ハ潛熱ニ變ズルニ由ルコトハ既ニ之ヲ説ケリ、蒸發ニ於テモ其ノ沸騰ヲ始ムルヤ如何ニ熱ヲ加フルモ液ノ溫度一定シテ不變ナルハ、餘分ノ熱ハ蒸氣ノ潛熱ニ變ズルニ由ル、換言スレバ此ノ餘分ノ熱ハ分子相互ノ引力ニ打勝テ、之ヲ離開シテ氣體ヲナスニ適セシムルノ動作ヲナスモノナリ。

沸騰點ニ於ケル某液ハ、一單位量ヲ同溫度ノ蒸氣ニ變ズルニ要セラル、熱位ヲ該液ハ、潛熱ト云フ。

水蒸氣ノ潛熱ヲ測定スル法。 第二百十圖ニ於ケルガ如ク水ヲ有スルA

Cナル二箇ノちらすコト、B筒トナ装置スベシ。但シAニアル水ノ重量ハ豫メ之ヲ測定スルヲ要ス。又此ノニちらすコトノ間ニ隔障ヲ立テテ、Cヲ熱シタルトキニ其ノ熱ノAニ及ブヲ防キ、A器ノ水ニハ寒暖計ヲ挿入スベシ。此ノ装置ニ於テ始メA器ノ水ノ溫度ヲ知りCヲ熱シテ蒸氣ヲ發セシメ、此ノ蒸氣ヲシテ一定時間例ハバ四五分間D管ヲ通ジテAノ水中ニ入ラシメ、最後ニCヨリ蒸發シ來リテAニ加ハリタル水量ト溫度トヲ驗スベシ。

圖 十 二 百 第



(100°-52°=48°) 冷却スルニヨリテ發出スベキ熱量ハ九七四・四 (48×20.3=974.4) 熱位ナルヲ以テ、一〇七二・五六 (11700-974.4=10725.6) 熱位ハ百度ノ蒸氣ニ〇三ぐらゐノ百度ノ水ニ變ズルニヨリテ放出シタル熱量ナリ、故ニ一ぐらゐノ水蒸氣ノ潛熱

例スルニ初メA器中ニアル水ノ分量ハ三〇〇ぐらゐニシテ、温度ハ攝氏十三度ナリトシ、Cヨリ來リテ加ハリタル蒸氣ノ分量ハ二〇三ぐらゐナリシニ、其ノ温度ハ五十二度ニ昇リタリトセバ、其解左ノ如シ  
 三〇〇ぐらゐノ水ヲ三十九度(52°-13°=39°) 熱スルニ要スル熱量ハ一七〇〇(300×39=11700) 熱位ナリ、而シテ此ノ熱位ハ二〇三ぐらゐノ蒸氣ノ一〇〇度ヨリ五十二度ニ収縮冷却スルニ由リテ得ラレタルモノナリトス、而シテ二〇三ぐらゐノ四十八度

ハ五二八三 (10725.6+20.3=5283) 熱位ナルコトヲ知ル。

右ハ水ノ潛熱ヲ測定スルノ一例ヲ示シタルニ過ギズ、精密ナル實驗ニ於テハ水ノ潛熱ハ五三六熱位、酒精ノ潛熱ハ二〇八熱位、依的兒ノ潛熱ハ九〇熱位ト測定セラ

ル。  
**蒸氣ニヨリテ寒冷ヲ生ズル法。** 液體ハ蒸發ノ際多量ノ潛熱ヲ吸收スル

モノナレバ、蒸發ヲ急速ナラシメテ寒冷ヲ生ズルコトヲ得ルモノナリ。今左ニ其ノ方法ノ二三ヲ擧ゲン。

(一) 依的兒ヲ寒暖計ノ球子ニ注グバ、大ニ水銀ノ降下スルヲ認ムベシ、是レ其ノ蒸發ニヨリ球子ノ熱ヲ奪フニヨルナリ。又依的兒、酒精其ノ他ノ揮發液ヲ手ニ滴注スルニ其部ニ於テ大ニ冷感アルモ同理ニヨルナリ。

(二) 木板ノ上ニ水ヲ少シク載セ、其ノ上ニ薄キ小銅皿ヲ置キ、皿ニ二硫化炭素ト稱スル極メテ揮發シ易キ液ヲ入レ、手壼ヲ以テ烈シク空氣ヲ皿内ニ吹キ込ミ、二硫化炭素ヲ急ニ揮發セシムレバ、水ハ氷結シテ木板ト銅皿トハ密着スベシ。

(三) 排氣鐘内ニ強硫酸ヲ盛レル一器ヲ置キ、更ニ水ヲ盛レル一小皿ヲ置グベシ、今若

シ唧筒ヲ働カシムレバ皿中ノ水ハ速ニ蒸發シ、而シテ其ノ蒸發セル水蒸氣ハ忽チ硫酸ニ吸收セラル、ナ以テ蒸發引キ續キテ烈シク、遂ニ皿中ノ水ハ氷結スルニ至ルベシ。

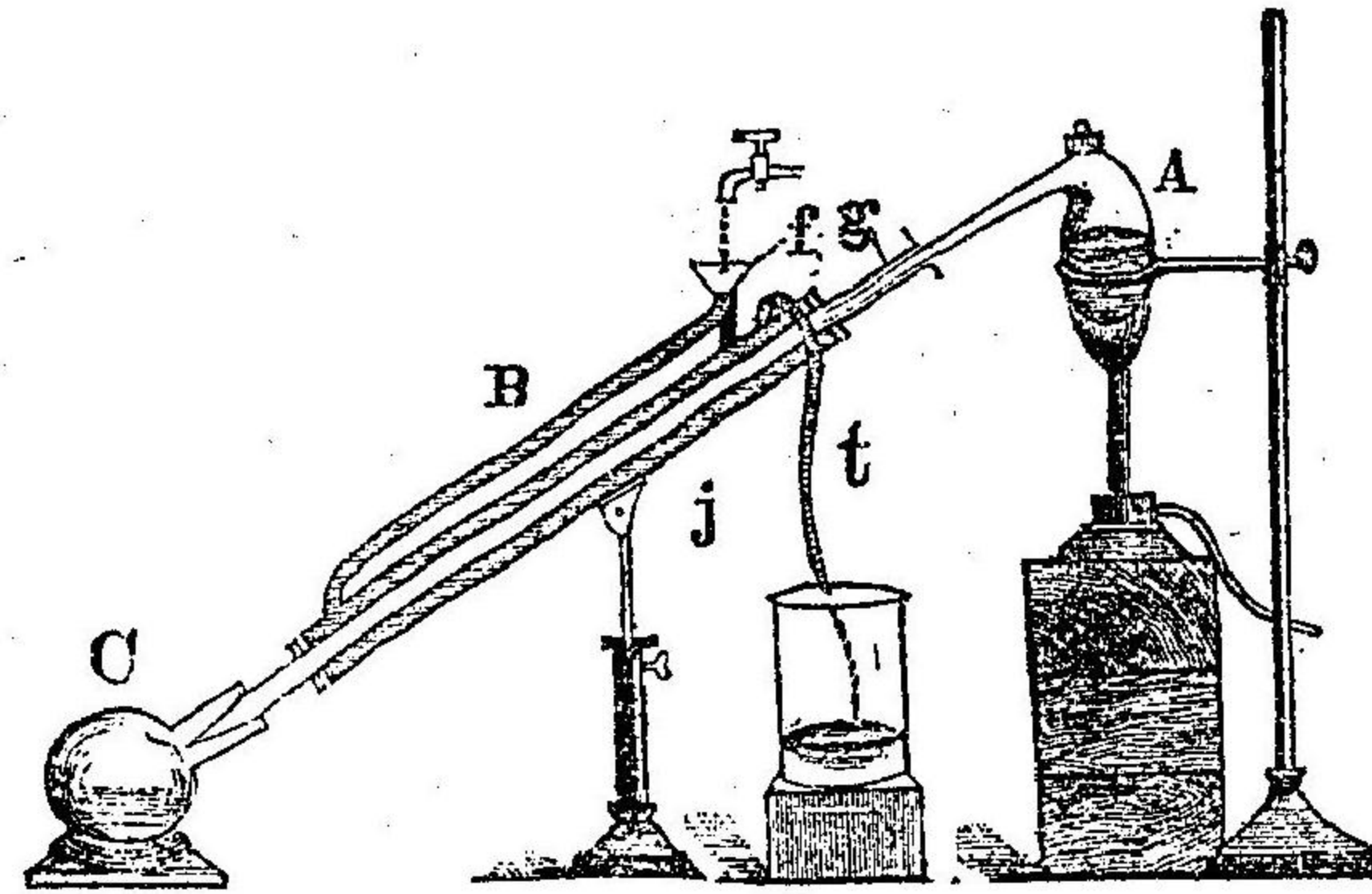
吾人風ニ觸レテ冷感ヲ覺ユルハ強チ風ノ冷ヤカナルニ由ルニアラス、風ハ吾人ノ身體ヨリ水蒸氣ノ發散ヲ促ガスモノナルヲ以テ、此ノ感アルナリ。

**蒸氣ノ收縮、蒸溜。** 蒸氣ノ液ニ變ズルヲ收縮ト云フ、而シテ其ノ收縮ノ際潛熱ヲ放出スルコトハ前節ニ於テ之ヲ述ベタリ。

蒸溜トハ液ヲ蒸テ之ヨリ蒸氣ヲ發セシメ、更ニ之ヲ冷却シテ再ビ液狀ニ復スルノ法ヲ云フナリ。液體中固體ノ溶解シテ存在スルカ、若クハ混合シテ存在スルトキニ方リ其液ヲ純精ナラシメンニハ、蒸溜ノ法ニヨルベシ、何トナレバ液ノ蒸氣ハ夾雜物ヲ含有セザルモノナレバナリ。揮發シ易キ液ヲ稍蒸發シ難キ液ト混合スルトキニ之ヲ分ツモ亦蒸溜法ニヨルベシ。

蒸溜器ノ原理ハ第百廿一圖ニ就キテ知ラルベシ。Aハれどるとニシテ、液ヲ蒸ルノ器ナリ、Cハ收縮セル液ヲ受クルノ器ニシテBハ蒸氣ヲ收縮スルノ裝置ナリ。Aヨ

圖一十二百第



リ發セル蒸氣ノBノ中央管ヲ通過スルヤ、此ノ管ハ冷水ヲ以テ常ニ取圍マル、ナ以テ此ノ部ニ於テ收縮シ、受器Cニ入ル。但シ蒸氣ノ潛熱ニヨリテBノ外部ニアル水ハ忽チ熱シ、蒸氣ヲ收縮セシムルノ目的ヲ達セザルノ不便アルヲ以テ、漏斗ニヨリテ管ノ下部ヨリ常ニ冷水ヲ送り、上部トヨリ熱水ヲ排除スルノ裝置アルナリ。

**大氣中ノ濕氣。** 大氣中ニハ常ニ水蒸氣ノ存在セザルコトナシ、吾人ノ空氣ハ乾燥セリト稱スルトキト雖、決シテ水蒸氣存在セザルニアラズ、唯ニ其ノ割合少キノミ、大氣中ニ

濕氣ノ存在スルヲ證明スルノ法種々アリ、鹽化カルシウム若クハ苛性曹達ヲ小皿ニ入レテ暫時空氣ニ曝セバ、自ラ溶解スベシ、是レ空氣中ヨリ濕氣ヲ吸收シタルニ