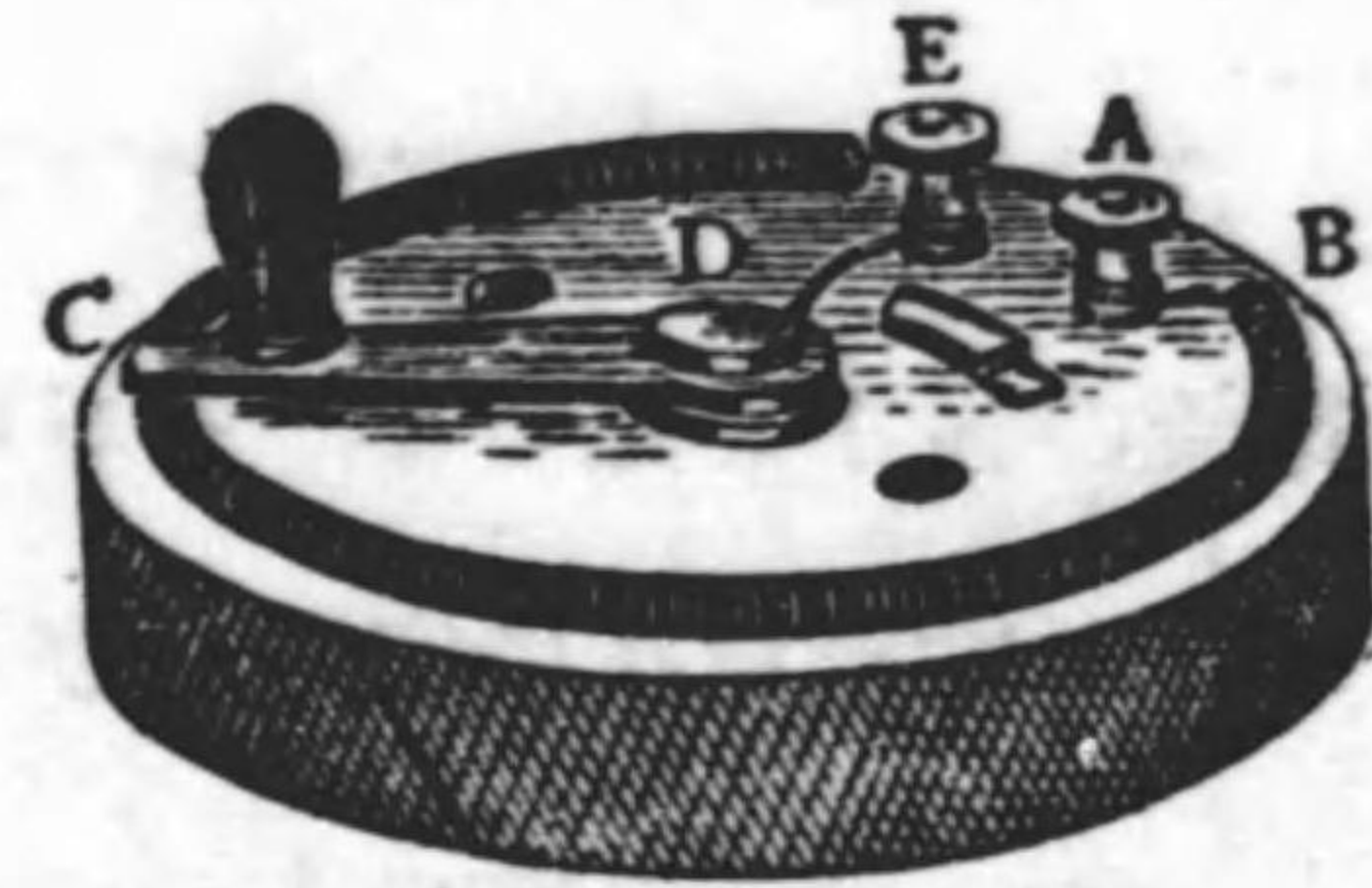


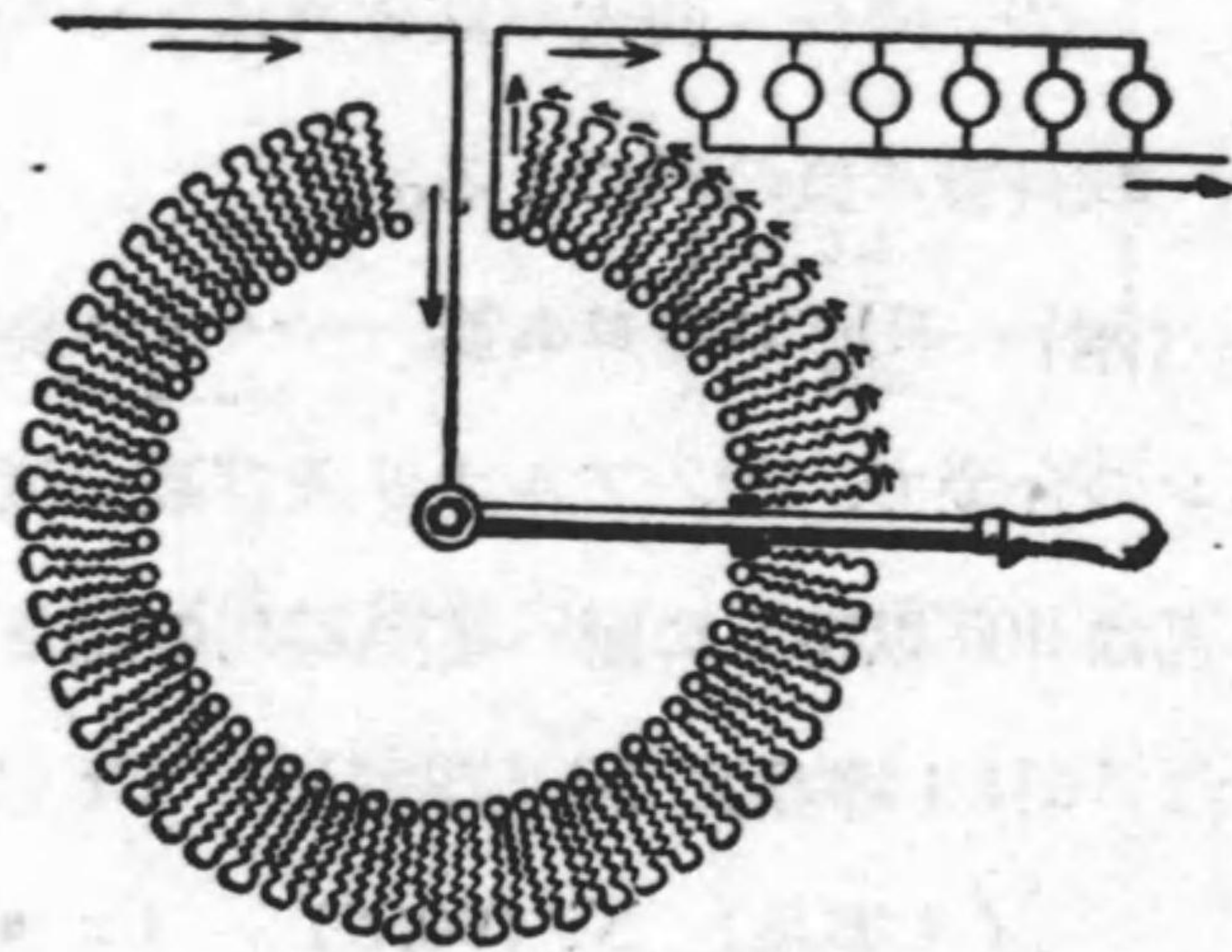
(A) 抵抗器の必要。電流の強さを變じて所要の強さのものを得るために抵抗器の必要なる次第を説くこと。

(B) 抵抗器の説明。教科書 158 圖につき抵抗箱の構造を説明すること。(その栓を抜けばその輪道にそれだけの抵抗を加へ得る次第を説くこと。)



(C) 實驗。抵抗箱とアンペア計と電池とを連結した上、抵抗箱の栓を抜き差しして該抵抗を變じ、アンペア計に現はれる電流の強さの變化を調べます。

抵抗箱によらず右圖の如き抵抗器によつてもよいと思ひます。



頁 節  
77 79 オームの定律。

(I) 教授要項。

(A) 實驗。

(1) 一導線でアンペア計と内抵抗の少ない 1 箇, 2 箇, 3 箇の電池とを順次行に連結して見てその電流の強さを見る。

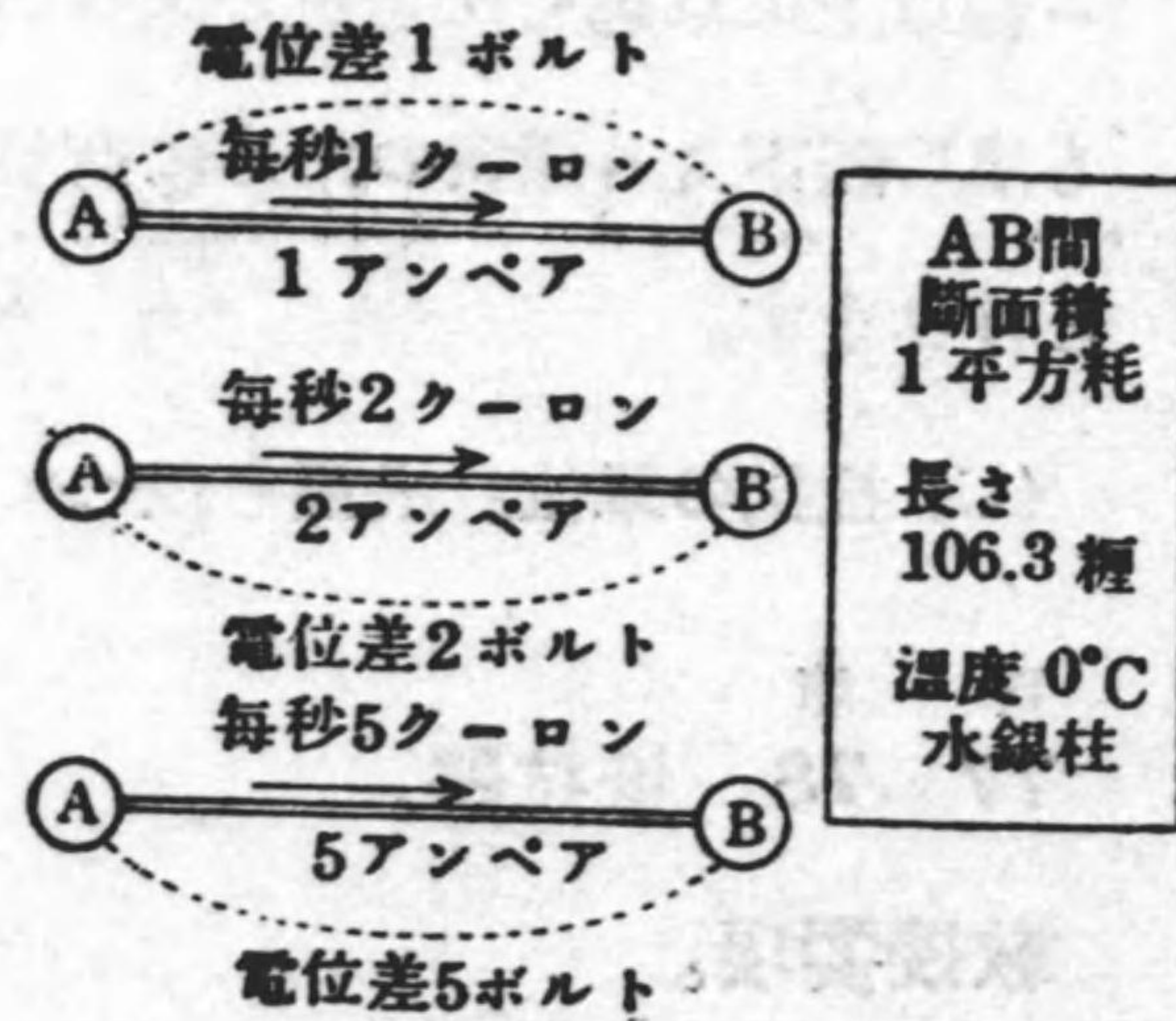
(2) 一個の電池の兩極をアンペア計及び種々の抵抗の導線で連結してその電池の強さを見る。

(B) オームの定律。以上の實驗の結果を整理してオームの定律を確定します。

(C) 整理。  $C = \frac{V}{R}$ ,  $V = CR$

(II) オームの人物及び偉業。

オーム (Georg Simon Ohm.



1787—1854) は獨逸の物理學者で1787年3月16日エルランゲン生れました。1817年歳30歳でコローン・ギムナジウムの物理學教授となり、數學の教授をも兼ねて9箇年その職を続け多くの有名な門下生を出しました。

氏の物理的研究の第一歩は、金屬の傳導度の測定でありましたが、1826年1月如述の法則即ち二點間に流れる電流の強さが、該二點間の電位差に正比例し、其の間の全抵抗に反比例する次第を明かにしました。

その翌年1827年にはこの法則の理論的推究を示したパンフレットを出して研究の結果を理論化しました。

この説はその當初一般の學者に餘り重要視せられず寧ろ一種の空想の如く見られましたが、數年ならずして各國の學者に尊重せられるやうになり、1841年には倫敦なるローヤルソサイエチーから榮譽あるコプレー牌を贈られました。

1852年ミューニツヒ大學の教授となり始めて宿志を達したが居ること數年1854年7月6日遂に長逝せられました。

頁 節  
78 80 抵抗の連結。

(I) 教授要項。

(A) 連結の種類。行、列の二種あることを知らしめます。

(B) 行連結に於ける全抵抗と部分抵抗との關係。

夫々の抵抗が  $r_1, r_2, r_3$  なる  $\overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CD}$  三導線を、一行に連結して電流  $C$  を通じた場合の  $A, B, C, D$  點の電位を  $V_A, V_B, V_C, V_D$  としますと、オームの定律から、  
 $V_A - V_B = Cr_1$      $V_B - V_C = Cr_2$      $V_C - V_D = Cr_3$   
となり、その連結の全抵抗を  $R$  としますと  
 $V_A - V_D = CR$   
故に  $CR = C(r_1 + r_2 + r_3)$      $\frac{V_A - V_D = CR}{V_A - V_D = C(r_1 + r_2 + r_3)}$   
故に  $R = r_1 + r_2 + r_3$



のやうな証明を加へないで直ちに  $R=r_1+r_2+r_3$  と常識的に扱ふてもよいと思ひます。

(C) 列連結に於ける全抵抗と部分抵抗との關係。

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \\ = (V_B - V_C) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right)$$

$$V_B - V_C = CR$$

$$\text{故に } \frac{1}{R} (V_B - V_C) = (V_B - V_C) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right)$$

$$\text{故に } \frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

(D) 電流の強さは各部の電気抵抗に反比例することの説明。

$$C_1 : C_2 = \frac{1}{r_1} (V_B - V_C) : \frac{1}{r_2} (V_B - V_C) \\ = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2} \\ = r_2 : r_1$$

(II) 問題の取扱。

79頁問. 行連結の全抵抗  $1+2+3=6$

列連結の全抵抗  $\frac{1}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}}$  の逆数

即ち  $1\frac{5}{6}$  の逆数で  $\frac{6}{11}$

$$6 : \frac{6}{11} = 11 : 1$$

頁 節

79 81 電池の内抵抗。

(I) 教授要項。

$C = \frac{E}{R}$  なる式に於ける  $R$  に内抵抗  $r$  を加へたものを加入する次第を説明して  $C = \frac{E}{R+r}$  とすること。

こゝに電池の電動力といふは、外抵抗  $R$  なる導線に電流の通じつゝある場合の電位差にあらずして、電流の通じて居ない時の兩極の電位差なることを

説明する必要があります。

(II) 参考資料。

電池の電動力を  $E$ 、外抵抗を  $R$ 、内抵抗を  $r$  とすると

$$C = \frac{E}{R+r} \quad \therefore E = CR + Cr$$

この  $CR$  に當るものは外導線に電流を生ずるための電位差で、之を極電位差といひます。今之を  $e$  としますと、

$$e = CR = E - Cr$$

となり、電池の電動力よりは  $Cr$  だけ小であります。

即ち電池の内抵抗が大きい程極電位差が電動力より小となります。

(III) 問題の取扱。

$$79\text{頁問 } 1. \quad 0.01 = \frac{1.05}{R+1.5} \quad R = 103.5$$

答 103.5 オーム

問 2. 兩極板間の距離を増し、内抵抗が増大するから電流が減る。

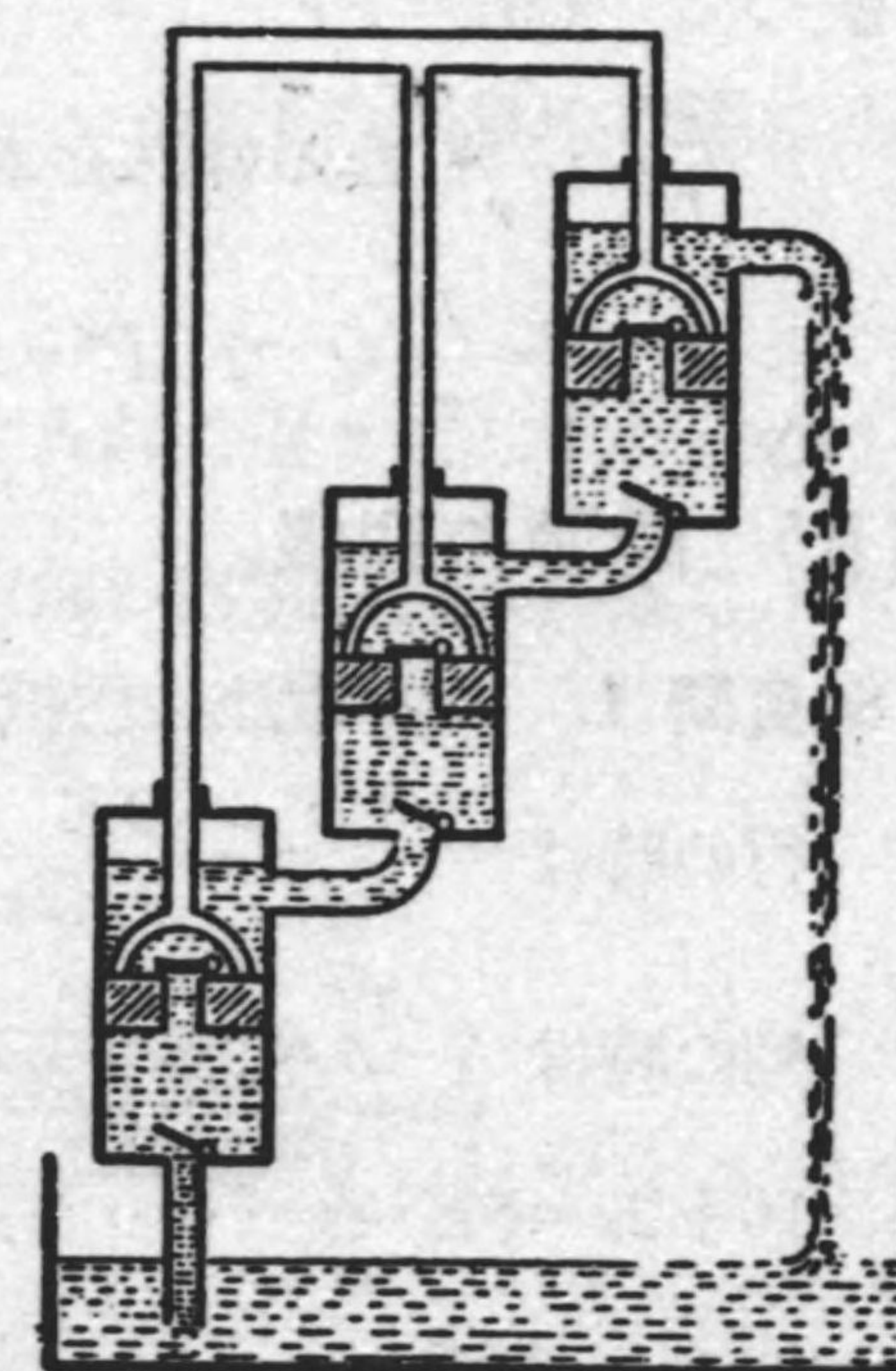
頁 節

80 82 電池の連結法。

(I) 教授要項。

(A) 行連結(直列連結)。教科書記載の如く説明作式。その際全電動力が累加的に増大する次第は右圖の如き比喩によるのが判り易いやうに思ひます。

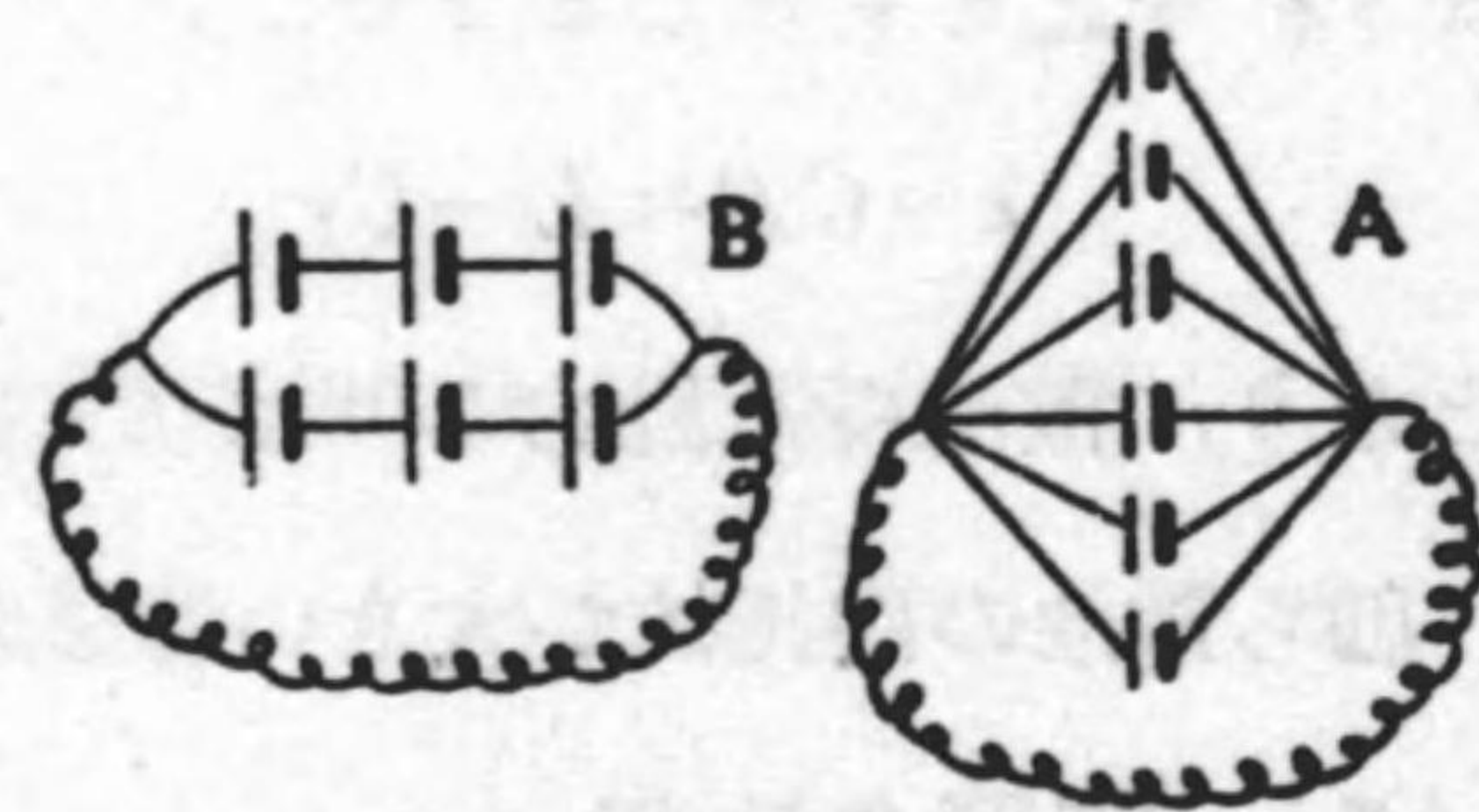
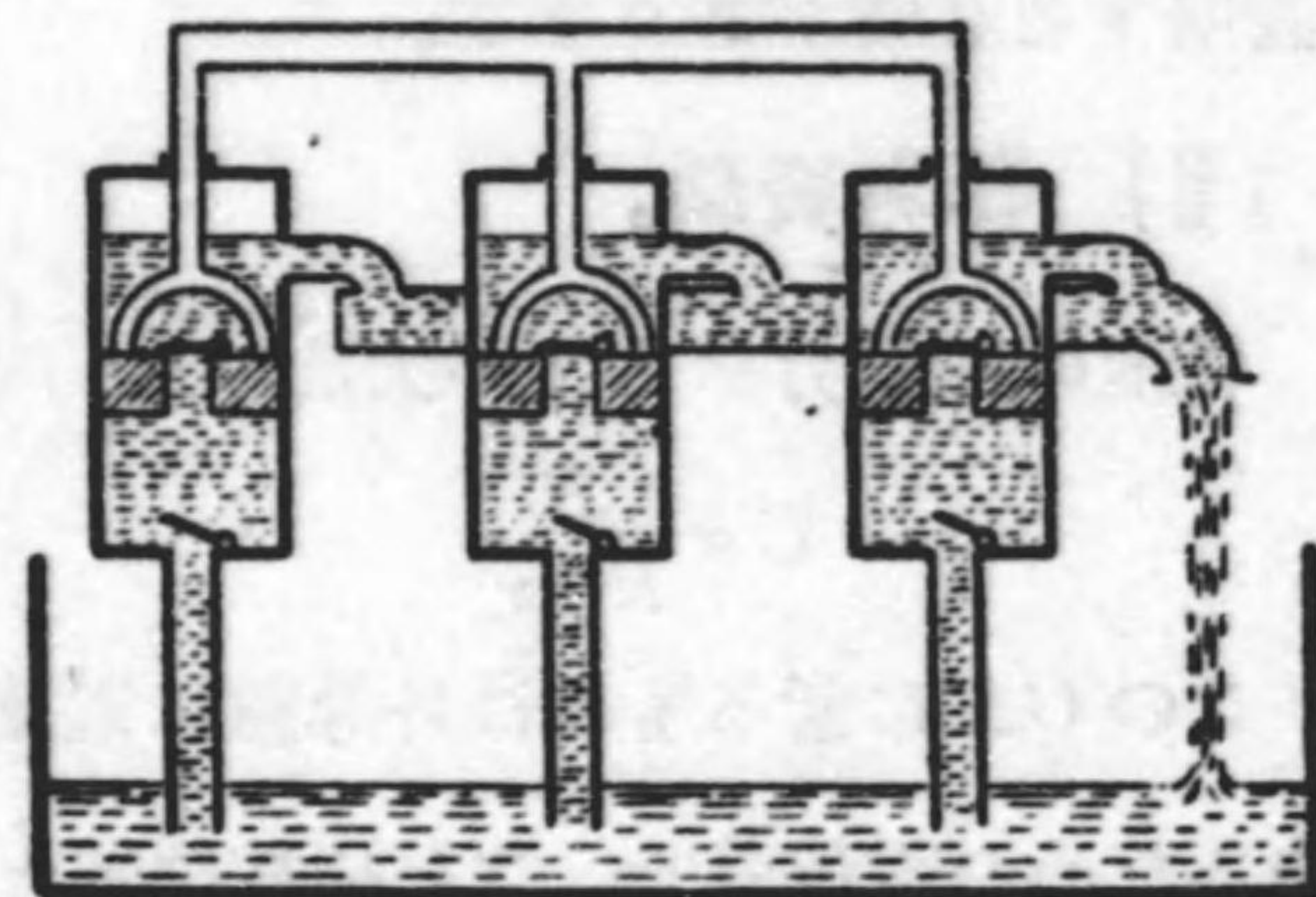
(B) 列連結(並列連結)。教科書記載の如く説明作式。その際全電動力が、唯一個の電池と變りのないことは、別圖の如き比喩によるのが判り易いやうであります。





之によると内抵抗の小さい次第も併せ説明出来ます。

この取扱ひに於て、その電動力を一個の電池と等しく取扱ふことを不審に思ふ生徒がぼつぼつあるやうに思ひます。かゝる場合には一個の大電池を以て考へさせて置き、それを中間から等分したものとして導くと容易に了解させられます。



(C) 行列連結。同上。

(II) 参考資料。

最大電流を得る連結法。

$C = \frac{nE}{QR + Pr}$  に於て  $C$  が最大なるためには右邊の分母が最小であればよい。

而して  $QR$  と  $Pr$  との積は  $n \cdot Rr$  となり一定數をなします。

積が一定なる二因數の和の最小なるものは二因數の相等しい時である。

依つて  $QR = Pr$

$\frac{P}{R} = \frac{Q}{r}$  なる條件を求むればよい。

又  $P = \frac{R}{r}Q$  で  $P^2 = n \frac{R}{r}$  でありますから  $P = \sqrt{n \frac{R}{r}}$

(III) 問題の取扱。

80頁問 1. この電池の内抵抗を  $r$  オーム、電動力を  $E$  ボルトとします。

行の時は  $\frac{1}{4} = \frac{2E}{10+2r}$   
 列の時は  $\frac{1}{7} = \frac{2E}{2 \times 10+r}$  } 聯立方程式として解きますと

$10+2r=8E \dots\dots\dots(1)$

$20+r=14E \dots\dots\dots(2)$

依つて (2)×2-(1)  $30=20E$  故に  $E=1.5$

$E=1.5$  を (1) に代入して

$10+2r=8 \times 1.5$

$2r=2$  故に  $r=1$

答 { 1.5ボルト  
1オーム

同上問 2. 外抵抗  $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{6}{6} = 1$

電流の強さ  $= \frac{1.5 \times 3}{1+0.5 \times 3} = \frac{4.5}{2.5} = 1.8$

答 { 1オーム  
1.8アンペヤ

第四章 電流の熱作用

頁 節

81 83 電流の熱作用。

教授要項。

(A) 電流による發熱實驗。教科書81頁の164圖の如く裝置して本文記載の如き實驗を試みます。

(B) 以上の説明並に整理。

電流による發熱量→抵抗の大なる部分に多い……抵抗に正比例

→電流の強い程多い……電流の強さの自乗に正比例

→時間が長い程多い。

之には下圖の垂下した水平管内に一滴の水を入れて置きまして、その1又は2,3或は1,3に1,2に2,3に電流を通じ、内部の空氣の膨脹に應じ、水滴の動き方の異なるのを見させる實驗方法もあります。





(C) ジュールの定律。電流によつて輪道の一部に発生する熱量は (H) (1) その部分の抵抗 (R) に正比例し, (2) 電流 (C) の強さの二乗に正比例し, 通電時間 (T) に正比例する。

$$H=0.24RC^2T$$

本定律に關聯してこの事實を定性的に實驗することを必要とします。

ニクロム線を用ひて右圖の如き螺旋をつくりそれを吊して 100 ボルトの交流電流を通すると赤熱せられて印象的な實驗が試みられます。

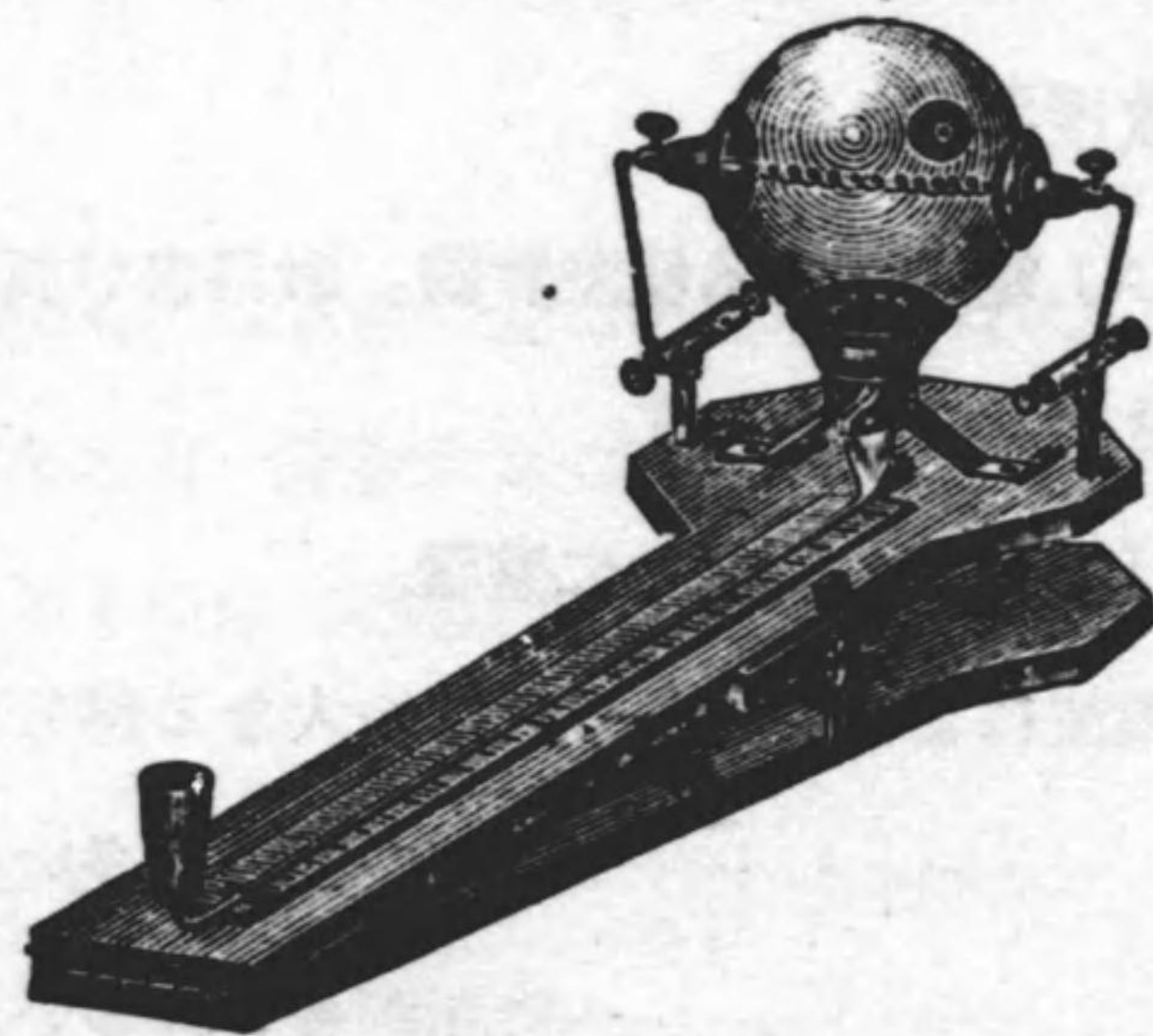
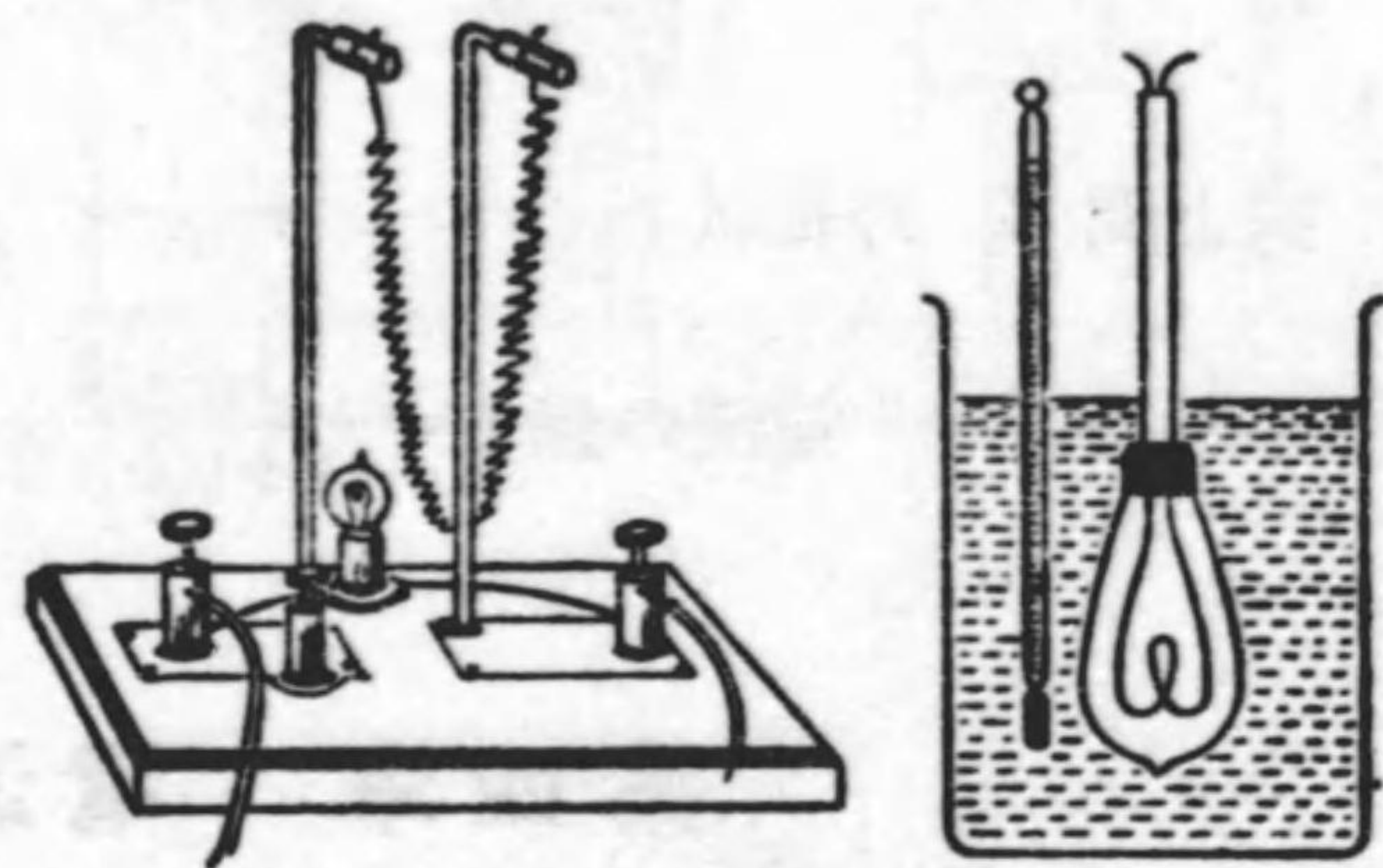
又その全部或は一部を水中に入れて試みると水を短かい時間で沸騰せしめることが出来ます。沸騰にまでは至らぬが上圖の如く電球を利用する方法もあります。

電流の熱的效果を短時間に顯著に見せるには右圖のやうな空氣の膨脹を利用する装置がよいと思ひます。

(D) 抵抗用線の利用。電熱用の線は抵抗が大で、融點が高く、空中で熱せられても變質しないものが必要であります。

この要件を満足するものは、唯ニクロム線、白金線等でありましたが、白金線はその値が廉でないので今まではニクロム線が極度に利用せられてをります。

今後は我が國の發明で有名なニツポロイ (日本の合金の意味) が利用せら



れる事でありませう。

(E) フューズ線。フューズは可融性金屬の意味で、低溫で融解する金屬の總稱であります。ウツドの可融金、ローゼの可融金、ニュートンの可融金等その種類が尠くありません。

之を線狀又は板狀にしたものを輪道の一部に入れて置くと、過つて強い電流を通する時はこの部分から熔斷して器具の損傷を防止することが出来、場合によつては火災を防ぐ作用もします。

頁 節  
82 84 電熱器。

### (I) 教授要項。

#### (A) 電熱實驗。

(1) 教科書 165 圖の如き電熱器の何れかで實驗するか。

(2) ニクロム線を長く引張つたものには交流を通じてみます。

(B) 電熱器の種類 につき三、四の例を挙げます。又分解して實際のもの内部の構造を見せます。

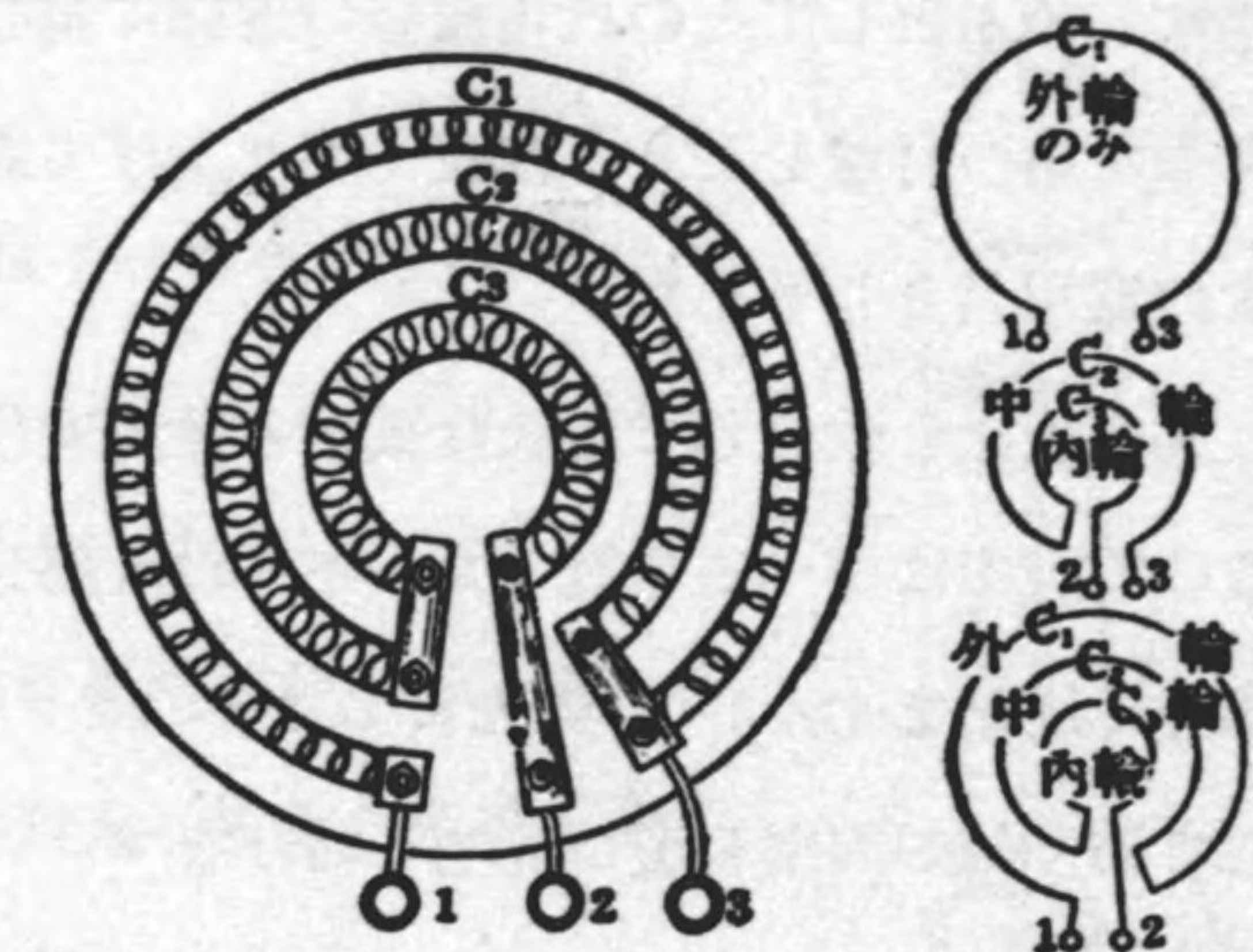
一般に線を埋めたものと、露出したものとの二つがあります。露出してをるものは多く之を捲いてをります。

(C) 特徴及び缺點に つき説明します。

最も大なる缺點として電力の價格が不廉な日本では經濟上の問題を挙げねばなりません。

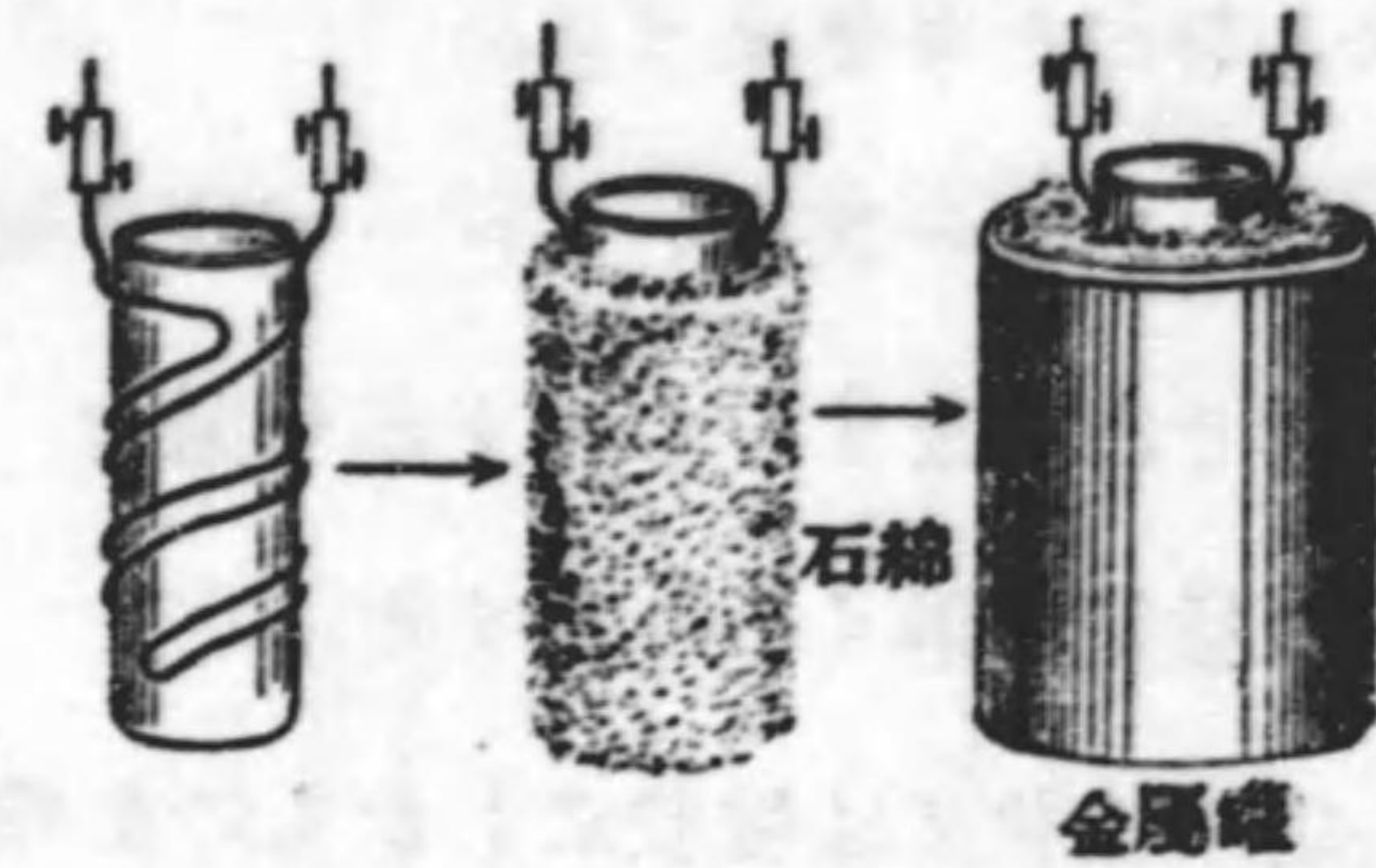
### (II) 電熱器の簡易な造り方。

素焼圓筒にニクロム線を捲きつけ、その兩端を外方に取り出して電流を通





じ得るやうにした上で、それを石綿で充分に包み金属罐の中に納めると相當に使用に耐へるものが出來ます。



### 83 85 白熱電燈。

#### (I) 白熱電燈の發達。

白熱燈は米人エジソンの發明事項中特筆すべきものの一つであります。エジソンが最初1878年に作った白金線は導線としてをりましたが、之を實用に適せしめんとしてその代用纖維の選擇に腐心した結果、當時日本から送つてをつた扇の竹骨をとり、細長く削り上げて炭化し、1879年之を封入して第一次の實用品としました。

其の後之を改良して溶液性纖維を蒸焼炭化して炭素線をつくり出しました。この電燈では與へる電氣エネルギーの大部分が熱となり、光となるは僅少の部分に過ぎません。(1 燭光につき 3.5 ワット)その上高温のため炭素が蒸散して硝子球の周壁を覆ひ照明を妨げます。

白熱燈の壽命を論ずる場合にはその光の強さが最初の80%に減少する時までの期間をいひますが、炭素纖維のものでは之が500時間乃至600時間あります。

ガスマントルの發明者として有名な獨逸のウエルスバツハは1898年融點2500°Cで堅硬度が鋼に等しいオスミウムを炭素に代用してオスミウム電球を作つた。之は1燭光につき1.6ワット位の電力で足り壽命が2000時間ありますが、纖維の抵抗が比較的少ないので、50ボルト以下の低電壓のものにしか適しないといふ缺點があります。

1905年純タングラム金屬の製法が知られてからフオン、ボルトンの企圖により電球用とせられました。之は1燭光當り1.5ワットでオミスウス以上の効果を認めますが、纖維が交流に對して非常に弱く、交流の周波數が増すに

從つてその壽命が非常に短縮する缺點があります。然しその光は殆ど白色に近く照明用として第一位のものであります。

1911年米國のクーリツチは融點3400°Cのタングステン纖維を照光線として利用することに成功した。由來タングステン(タング=重い、ステン=石)より得られる黒色の脆い粉末で、之で纖維が出来るなどは誰も想像さへしなかつたのであります。先づ押出法による製法が發見せられ、次で引伸法による製法が暗示せられてクーリツチ氏がその製出に成功しました。

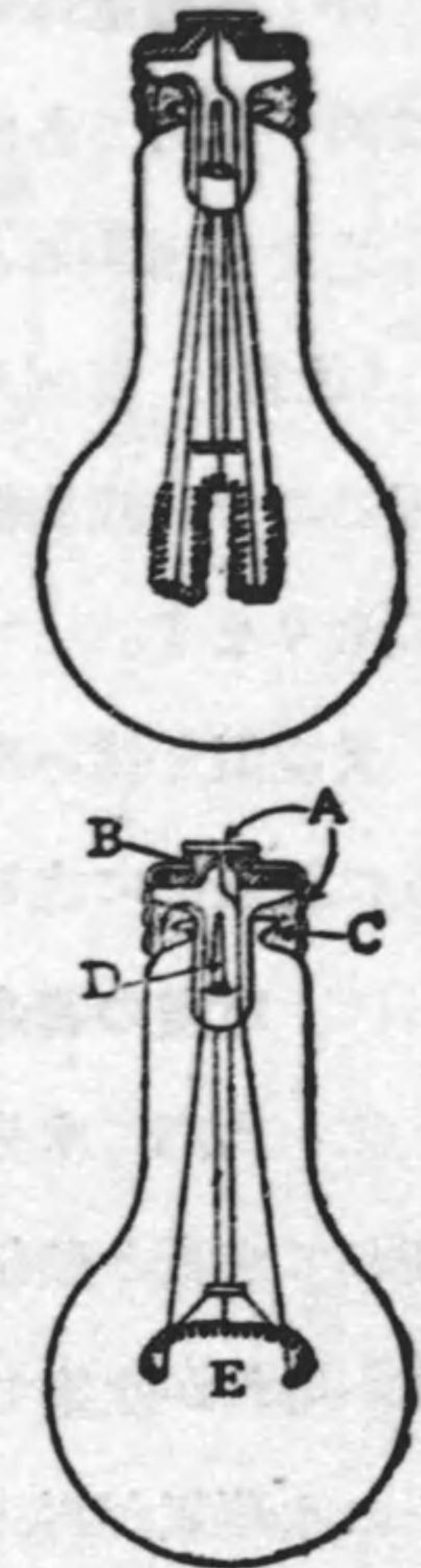
このタングステン電球はMazda(ペルシヤの神の名)といひ、1燭光につき1.2ワットの電力で足り、その壽命1000時間を越えてをります。1913年には米人ラングミューアが、このタングステン電球内に更に四分の三氣壓の窒素、アルゴン等の不燃性ガスを封入してその壽命と能率とを増進せしめる發明をしました。

窒素電球とかガス入電球とか、ニトラ電球とかいふのが之であります。1燭光當りの電力はその大小で大差がありますが1000燭光位のものになりますと0.5ワットで足るので又半ワット電球の別名があります。然し小型のものは餘程電力を要します。

近來小さいガス入電球が市場に出て來ますが、80燭光以下のものは、その内容ガスが窒素でなく多くはアルゴンであります。之は1燭光につき1ワット以上を要するものが尠くありません。

又側壁をなす硝子に特殊の着色をなし、太陽の光に近いものとしてをるものも出來ました。晝光色電球といふのがそれであります。

(注意) オスミン電球といふのはタングステンとの合金を線に使用せる





もので、オスラム電球はオスミウムの合金で製した線を用ひてをります。

(II) 教授要項。

(A) 電燈の原理 の説明。

(B) 各種電球の比較。電燈照明比較装置といふ実験器がありますが、それは同一電力で各種の電球を輝かせ、その光度を比較する物であります。

之を共用すると本教授には甚だ便利であります。

(注意) ガス入電球では封入ガスの対流作用で内部の發熱が搬出せられて困るので、螺旋織條を造りそれを中央部に密集させて之を避ける仕組になつてをります。

又空氣を抜いた口が従來のものは外方にありましたが最近では前圖Dのやうに隠蔽部に之を移してをります。

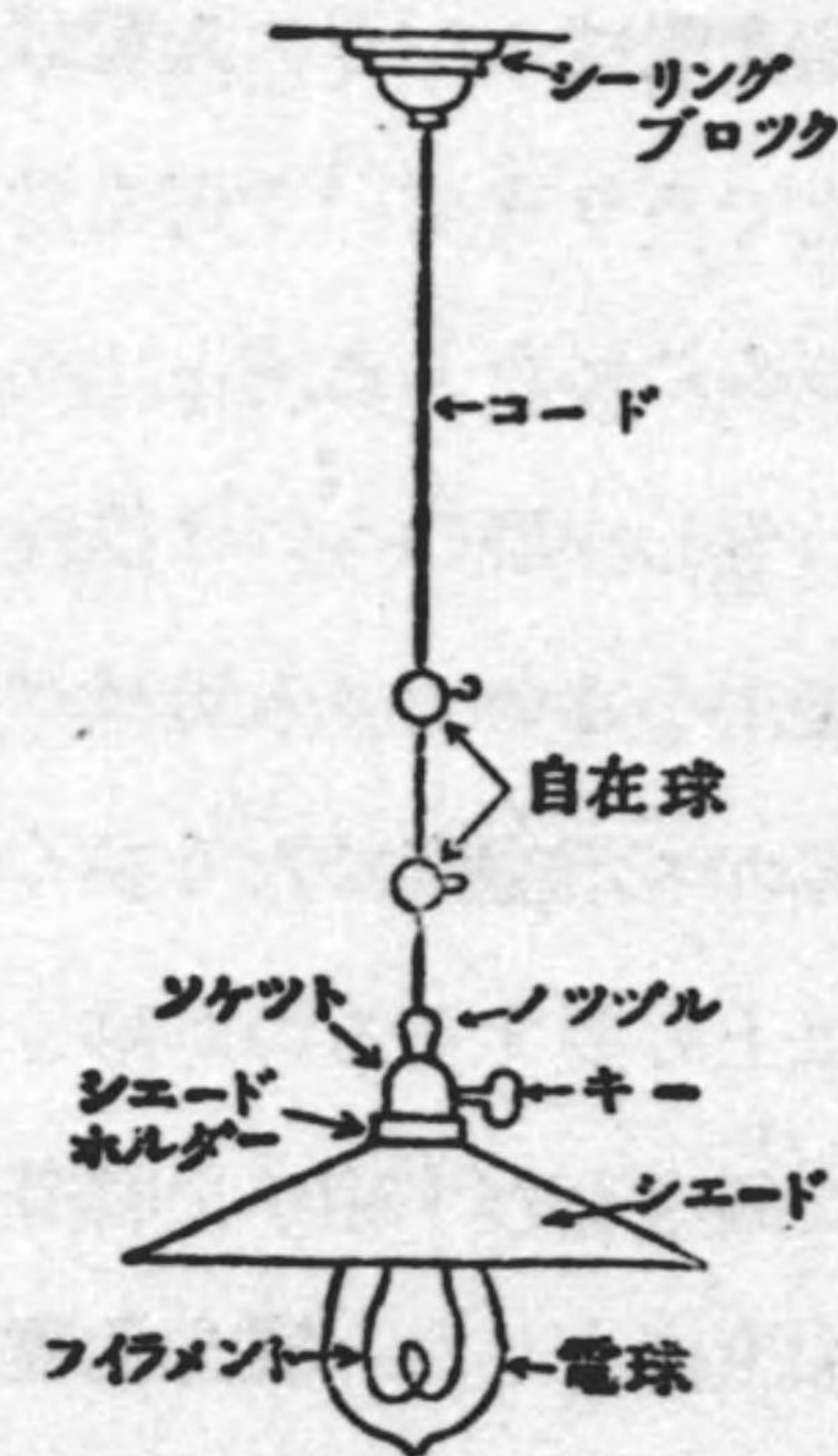
(C) 電燈の壽命への影響。

(1) 内部に水分ある事。内部に水蒸氣がありますとそれが赤熱せる織條に觸れて水素と酸化物となり、その酸化物は煙となつて微粒を硝子壁につけます。それが水素で還元される時その金屬を硝子壁に残し、水蒸氣が出來ます。その水蒸氣が再三再四同様な事を繰返へして織條を害し側壁を曇らせます。

(2) 急激な消燈 は球の壽命を非常に激減します。

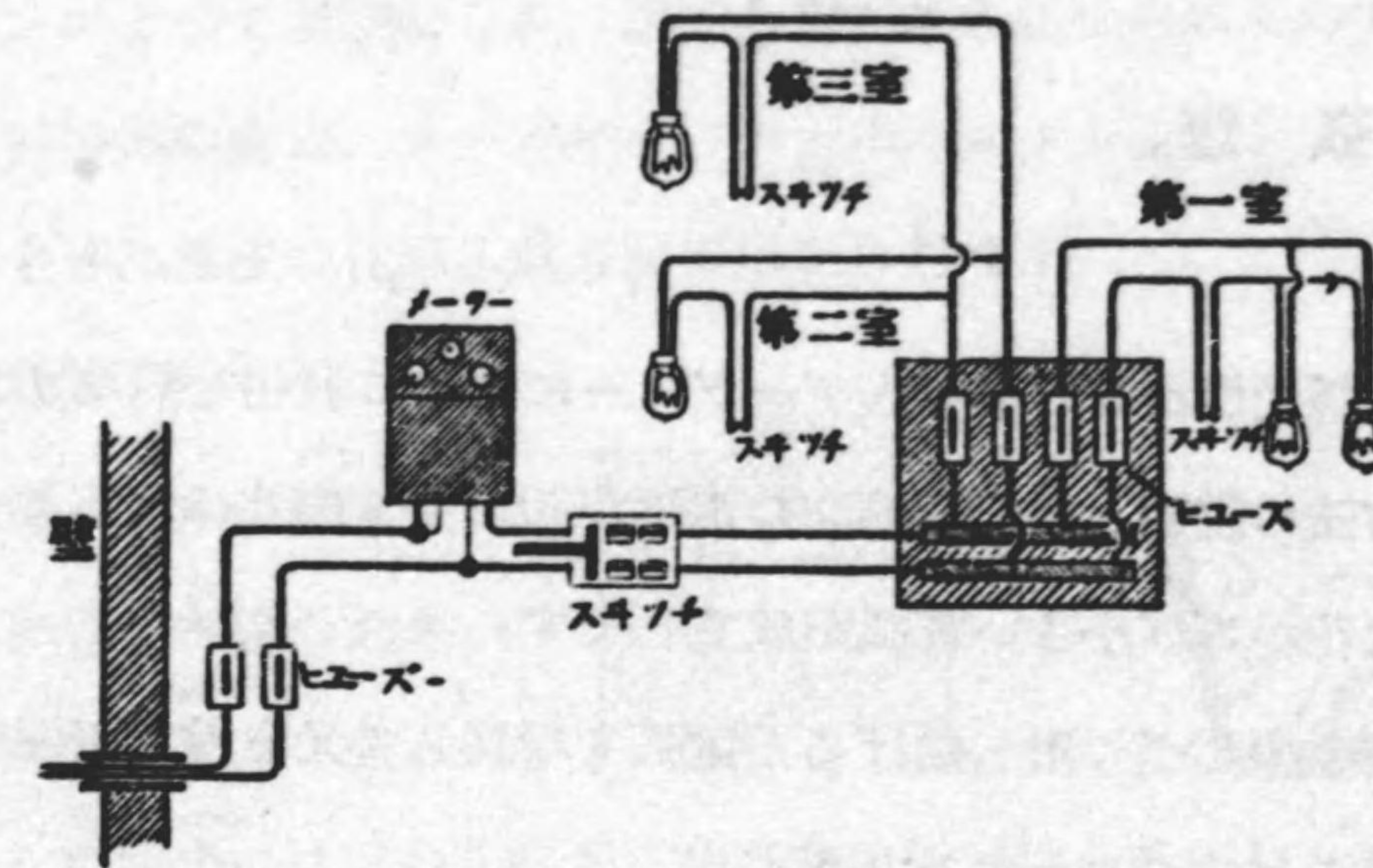
(III) 添加資料。

(A) 電燈の各部分名稱。(A) 電球、(B) 織條(フィラメント)、(C) 笠(シェード)、(D) 之を保持するシェードホルダー、(E) ソケット、(F) キー、(G) ノツヅル、(H) (1) 自在



球。(EJ)コード、(J) シーリングブロック。

(B) 電燈に対する配線。下圖は家庭用電燈配線の一例を示したものであります。



頁 節  
83 86 電 力。

教授要項。

(A) 電流の工率1ワット。1アンペアの電流が電壓1ボルトの二點間を流れる時、する仕事の割合は丁度工率1ワットに相當します。

一英馬力=毎秒 550 呎ポンド= 746 ワット

一佛馬力=毎秒 75 呎米= 735 ワット

電流  $C$ 、電壓  $V$  の工率は  $CV$  ワット

1 キロワット=1000ワット

(B) 電流のエネルギー に関しては工率1キロワットで1時間に供給するエネルギーを單位としまして1キロワット時といひます。

電流のエネルギーの賣買の單位は之を標準にします。

(C) 電燈と1燭光に対する工率。

炭素線 1 燭光當り 3.2 ワット



タングステン	1.1←→1.2 ワット
窒素大球(500燭以上)	0.5←→0.7 ワット
同 小球	1 ワット

頁 節  
84 87 弧 燈。

教授要項。

- (A) 發明。弧光燈は1821年英人デーヴィーによつて發明せられました。  
 (B) 發光方法の説明。兩炭素棒間の電壓が30ボルト内外になるとその最小間隙の間に火花が飛び小さい電弧が成立します。

その時間隙を少しづつ増し擴げると電弧も増長して光を増し兩極は殊の外熱せられて白光を放つやうになります。

直流の場合には正極が次第に減少するから間隙を調節するために正極を接近せしめる装置を要します。その發光量は陽極の凹所が最大で、全發光量の85%をこゝから出します。又残りの内10%は弧焰から出し、陰極からは僅かに5%しか發光しません。

その能率は白熱燈以上で、普通1ワットにつき1燭光であります。

(注意) 然し普通に弧光燈の燭光を示す場合には公稱燭光の名の下に使用電力(ワット)數の四倍を以てします。

(C) 應用方面につき説明します。

頁 節  
84 88 電氣爐。

(I) 教授要項。

(A) 高温度のこと。弧燈の陽極の凹所は3500°C内外の高温度で、陰極端でも2800°C内外であります。

(B) 構造。103頁圖173断面圖につき内部の凹所にマグネシヤと炭素粉と

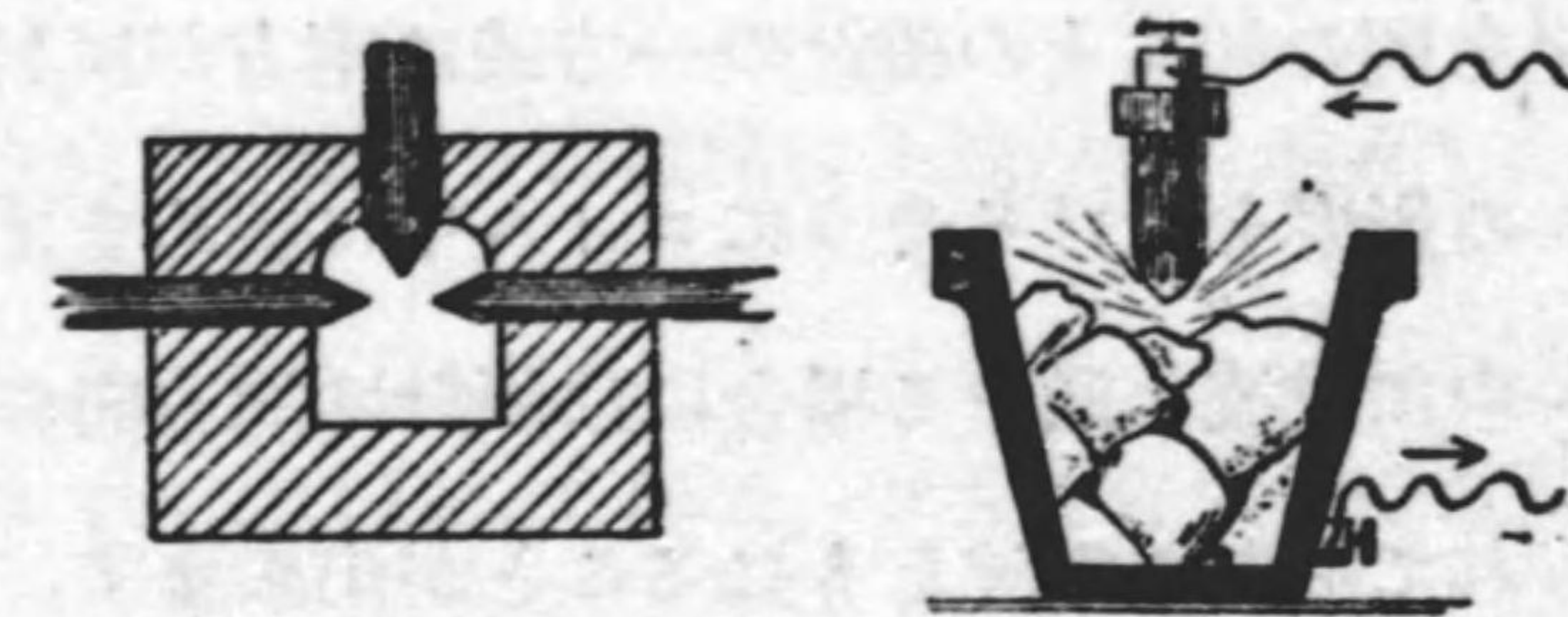


を交互に塗り、外箱の生石灰と炭素とから炭化石灰の出来ることを防ぎます。熱熔すべき物質を入れる坩堝は兩極棒間隙の直下に置きます。

(C) 用途。この種の電氣爐は人造金剛石の發明者として有名な佛人ヘンリー、モアサンによつて考察せられ、之で金剛石も人造せられたのであります。現今では特殊鋼の合成、カーバイト、カーボランダム等の合成、アルミニウムの冶金等高温度の化學工業方面に用ひられます。

(II) 參考資料。

別種の構造。三本の電極を上、左、右に備へた圖の如きものをレンナーフェルド式といひます。



この場合にはその先端が三角形に近づけられてをります。

之は交流用電氣爐に専用せられるもので主として金屬を熔かすのに使用します。

又陽極を上方から挿入するやうにし陰極に容器を適用した上圖右方の如きものもあります。

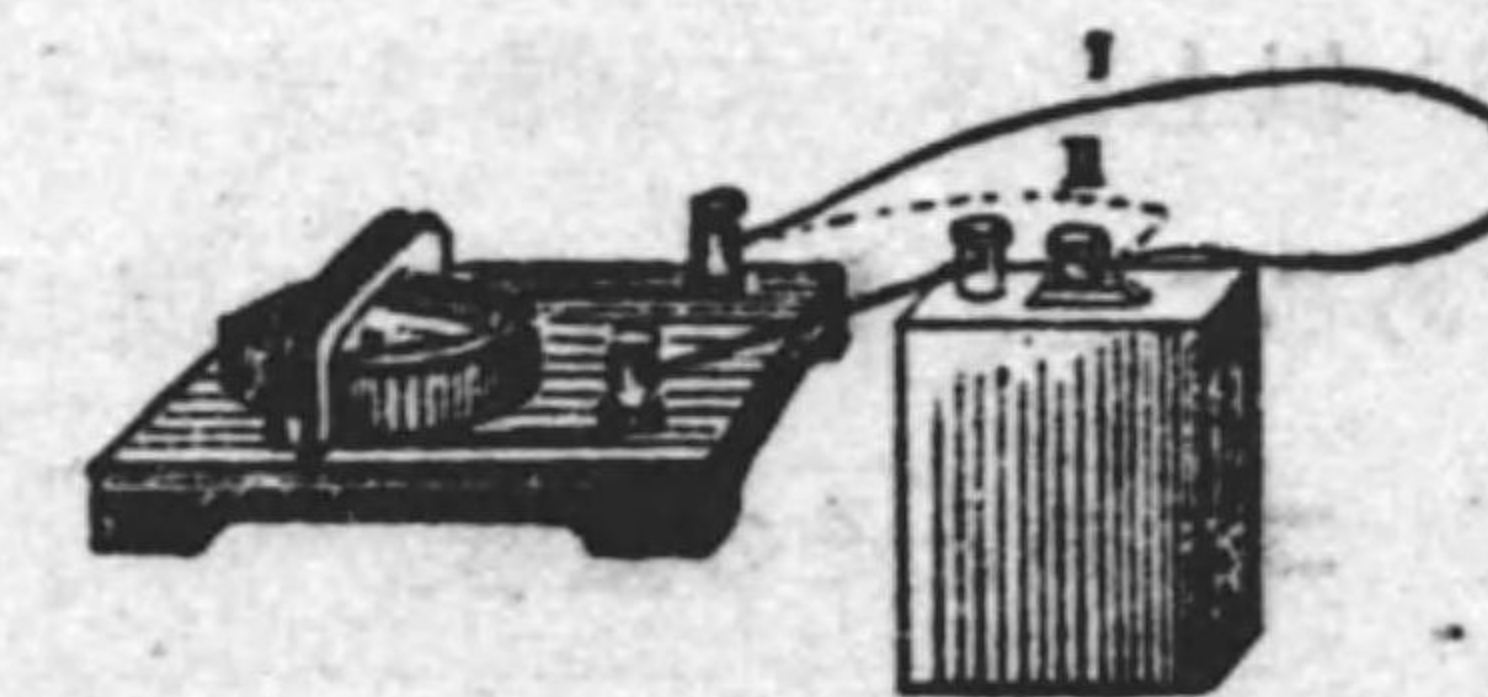
## 第五章 電流の磁氣作用

頁 節  
85 89 電流の磁氣作用。

(I) 教授要項。

(A) 實驗と併行してフレミングの規則の説明。之にはアンペアの規則がありますが最も理解し易いのは本文所載の如き方法であると思ひます。

(B) 種々の場合につきて以上の考察及び修練。電流が磁針の上下側方種々の位置に在る場合につきて考察せしめ、實驗的檢證と



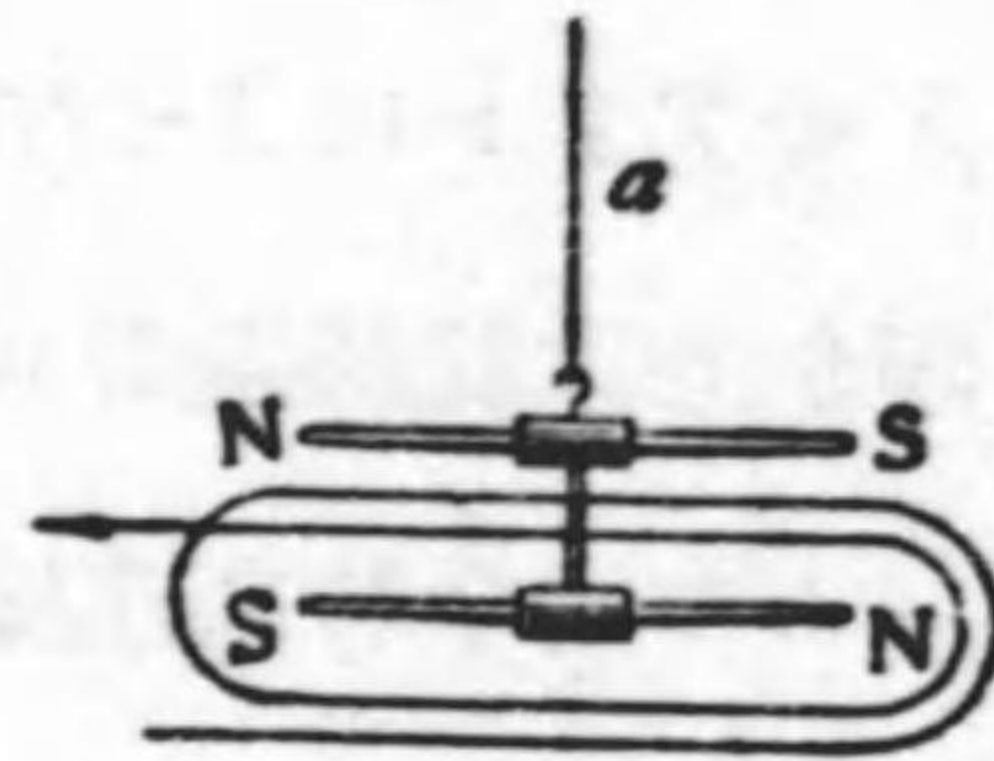


相俟つてフレミングの規則を十分に徹底せしめます。

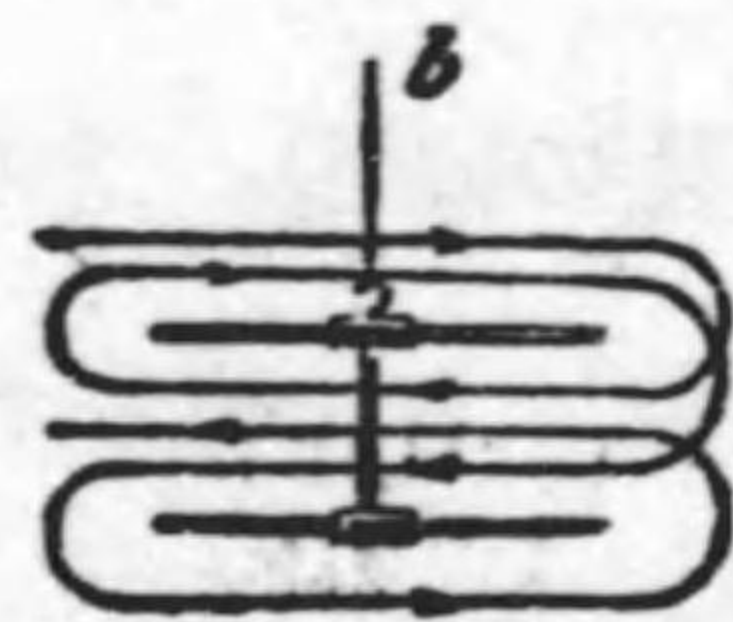
(C) 以上の総合的見地から簡易電流計の構造作用を推究せしめます。

(II) 添加資料。

無方位電流計。右圖の如く磁針を反對にして平行に組合はせると地磁氣の影響を受けないものが出来ます。



之を圖の如くその磁針の一方或は兩方が反對にコイルの影響を受けるやうにコイル中に納めるとコイル中に電流を通ずる場合には兩針は同方向に廻轉せられて微弱な電流をも知ることが出来ます。

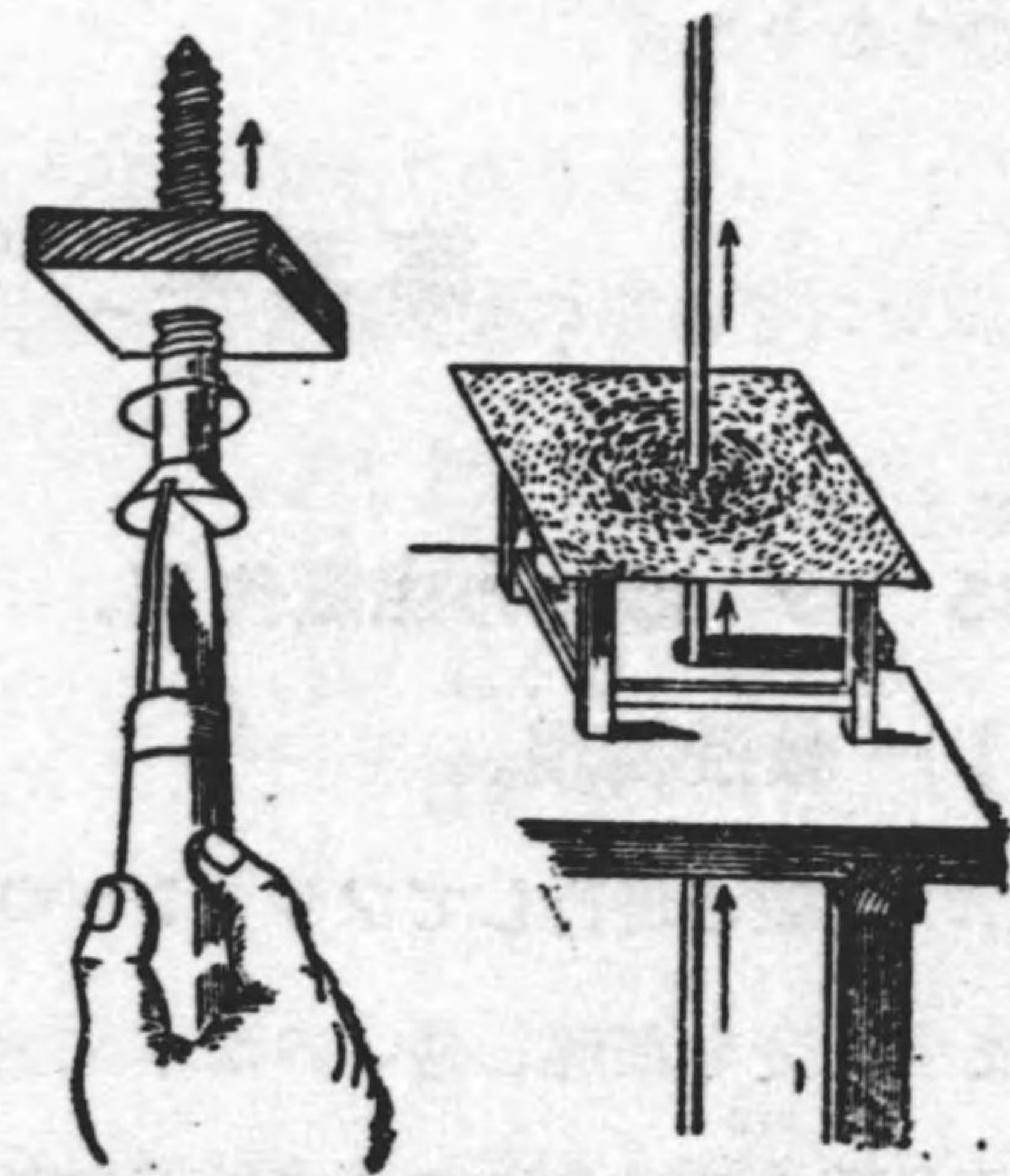


頁 節  
86 90 電流の磁場。

教授要項。

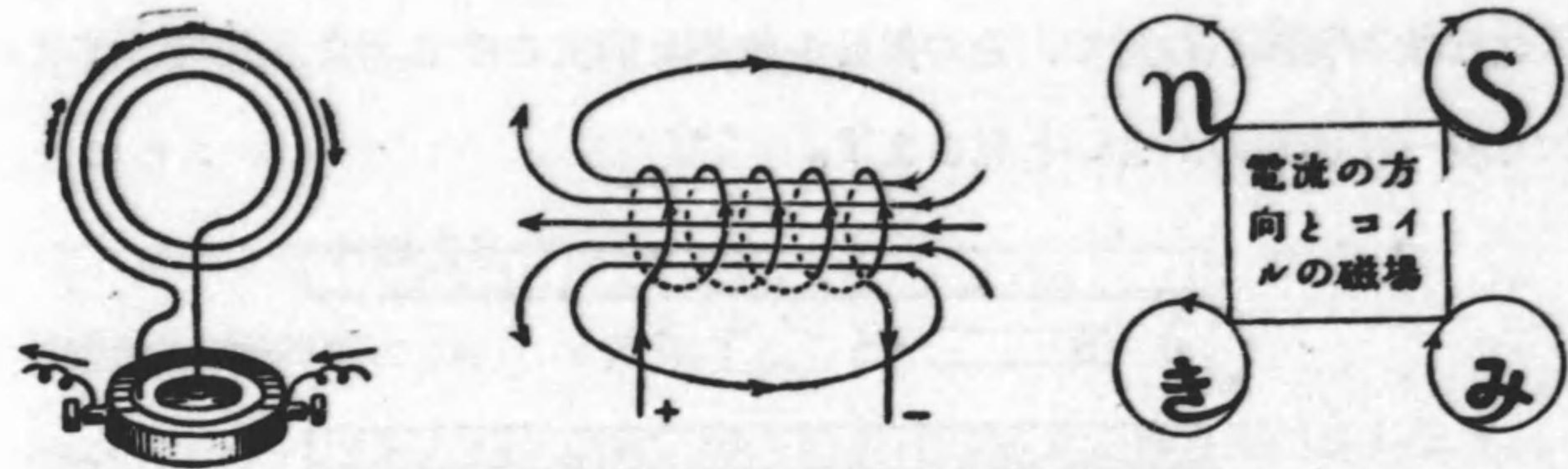
(A) 直線電流の磁場。實驗により磁氣指力線を出しまして見させます。この時は非常に強い電流を要しますからその準備が必要であります。

若し非常に強い電流を得る見込がないか、強い電流を出すと蓄電池其の他に故障が起る場合が豫想されるならば、數本又は數十本の線が必要部に直線状になるやうに幾回か繰返へしくる配線にすればよい結果が得られます。



(B) 以上をネヂに關聯させてその方向を定めること。教科書86頁の圖 175 を利用して説明します。

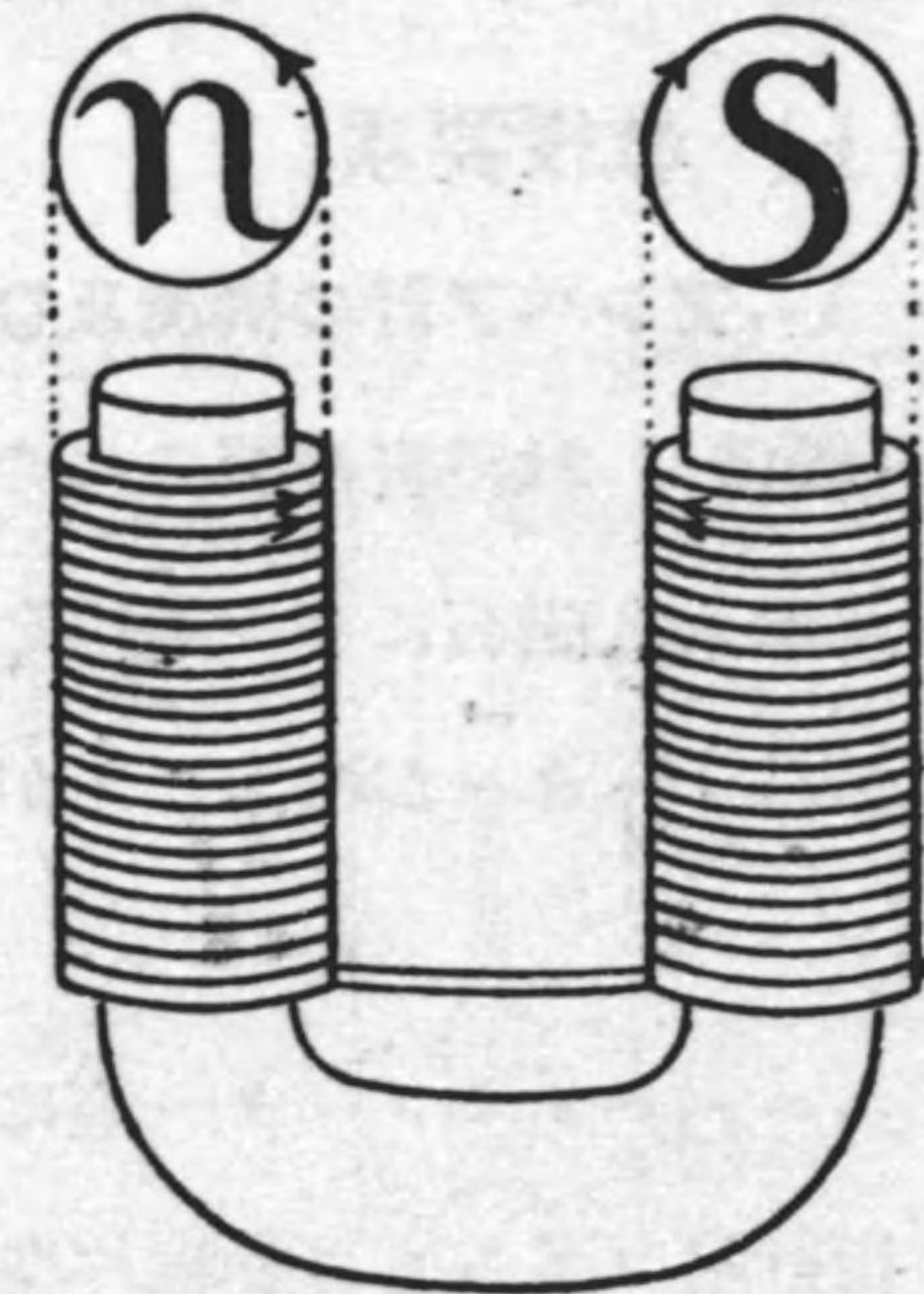
(C) コイルとその磁場。



教科書86頁の下方のコイルを右手で握れる圖により、フレミングの規則に統一します。

コイルの断面を見た電流の方向と、磁場との關係は上圖の如く整理し、又下圖の如く示します。

(D) コイルとソレノイド。コイルとは線輪名稱で、ソレノイドとは電流の通じてをるコイルのことです。

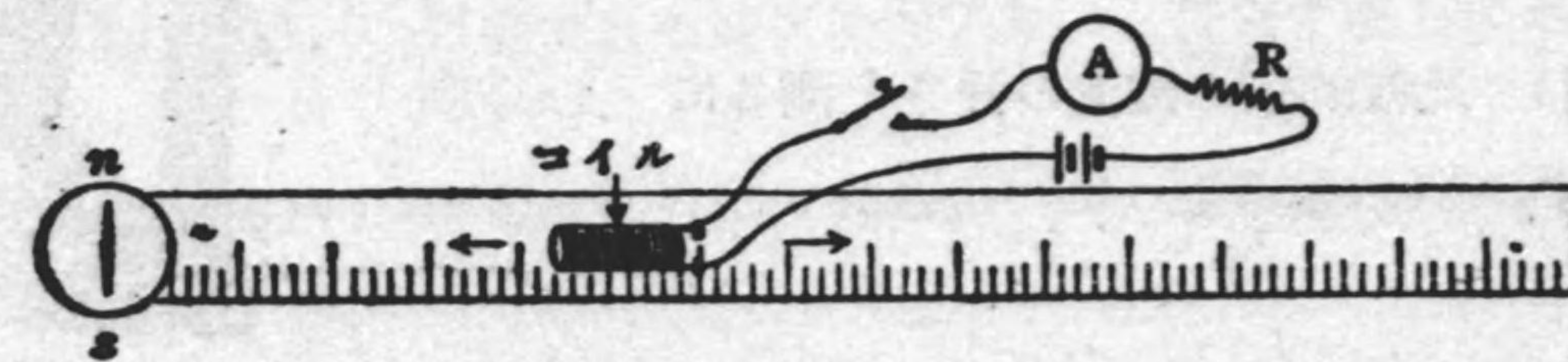


(E) 磁場の強さと電流の強さとの關係。之を實驗的に定めるには種々の方法があり、磁石に於ける磁極間の作用とも關聯せしめる必要があるので次の如く取扱ふとよいと思ひます。

即ちコイルが前方の磁針に及ぼす影響を測ります。

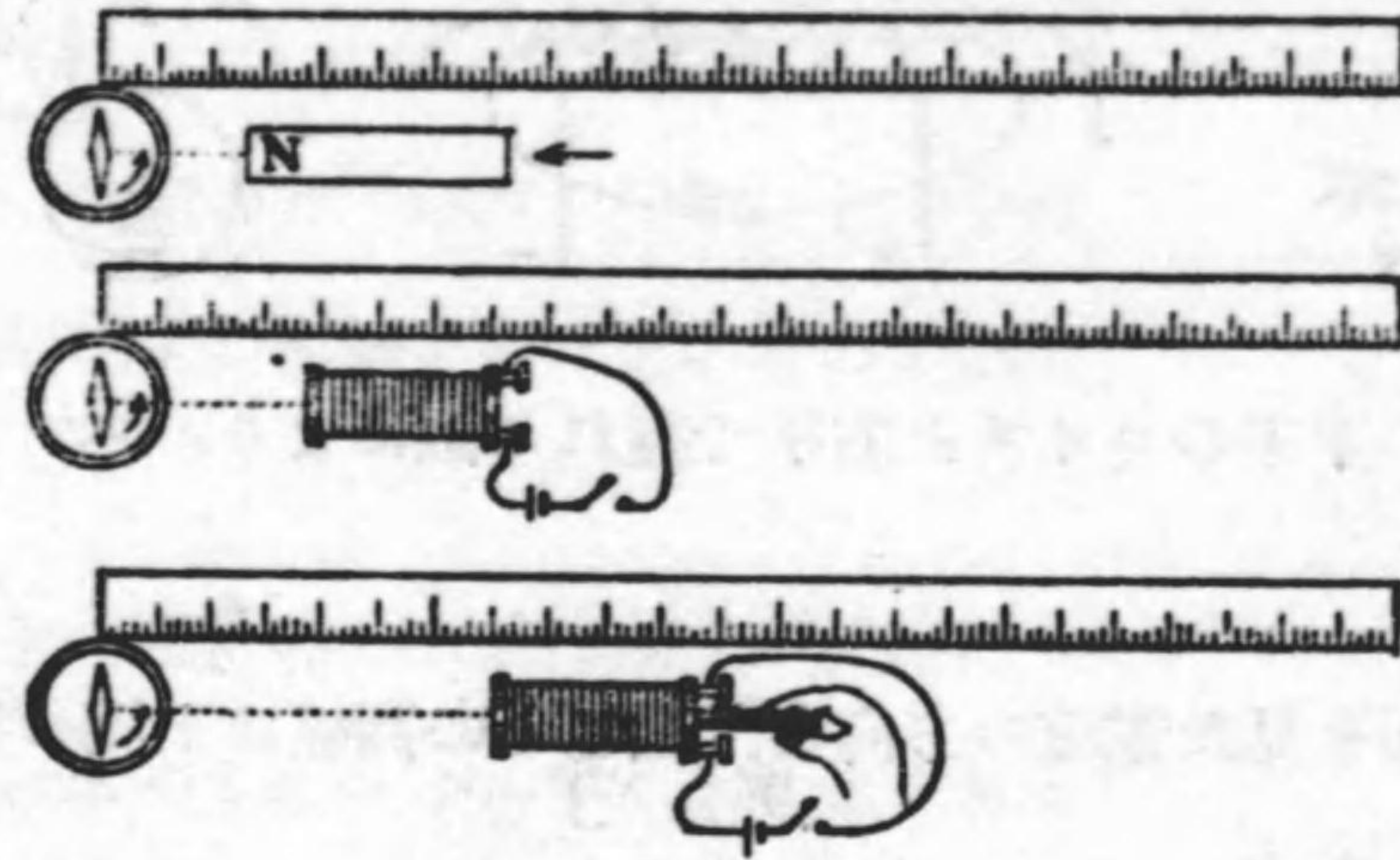
先づ磁針とコイルとの距離を一定にして或る電流によるコイルがその磁針を廻轉する分角を知り、次にコイルを磁針に近づけ又は遠ざけて電流の強さを變じ、同一分角までその磁針を動かし得る距離を定めます。

その距離の自乗比が電流の強さの比に一致するかを見ます。





之は次の電磁石の所で、その鉄心の効果を研究させる場合と相俟つて次の如き統一に進むのがよいと思ひます。



頁 節  
86 91 アンペア計及びボルト計。

(I) 教授要項。

(A) アンペア計の構造及び作用。

(構造) 教科書の圖につき説明すること  
蹄形磁石  
指針附コイル  
目盛

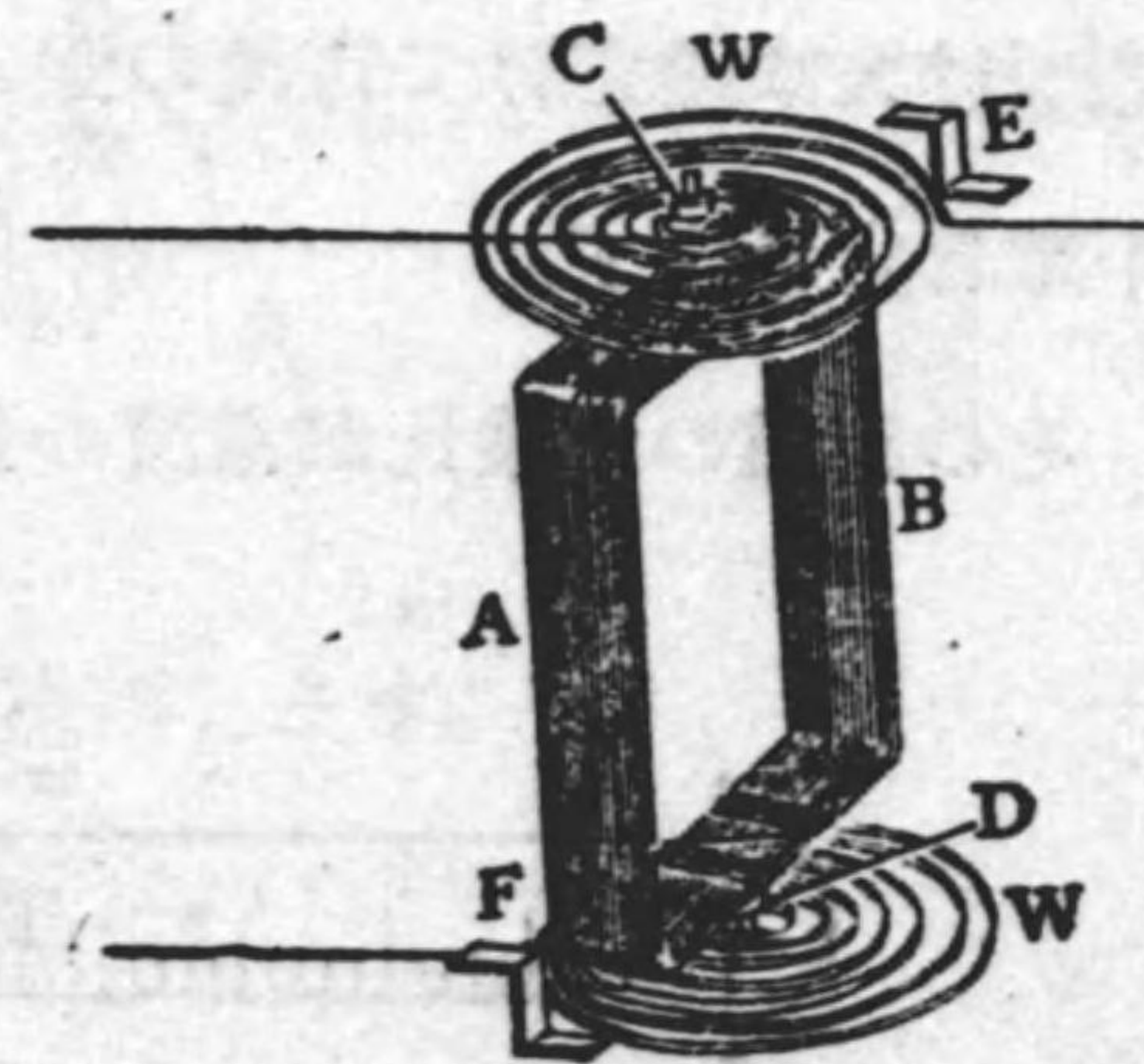
蹄形永久磁石に多少導線を捲き附けたものを見受けますが、之は磁石の減退からメーターが狂ふことがあるので、その減退をせしめないためであります。

ユニバーサルメーター等によく見る例であります。

指針附コイルも可動鉄片型とて鐵が動くものがあります。この方は廉價でよくありません。可動線輪型といふのはコイルのみ動く方で高價ではあります。品物が宜しいのであります。

目盛の初位と末位が狭小で疎なものは可動鉄片型で、終始一樣なものは可動線輪型であります。

(作用) 比較的強い電流の強さを測るに用ひます。



その目盛から直ちにアンペアが定まります。測らんとする電流に行に連結して用ひます。

(B) ボルト計の構造及び作用。

(構造) 教科書の圖につき説明すること。

構造はアンペア計と殆ど同様。唯その抵抗が絶大である點が違ひます。教科書中のRはこのためのもので之で抵抗を増し、その作用を同一にしようと企てた組立になつてをります。

蹄形磁石の變化を防止するための加工、可動鉄片型と可動線輪型との關係等に於てはアンペア計と同様であります。

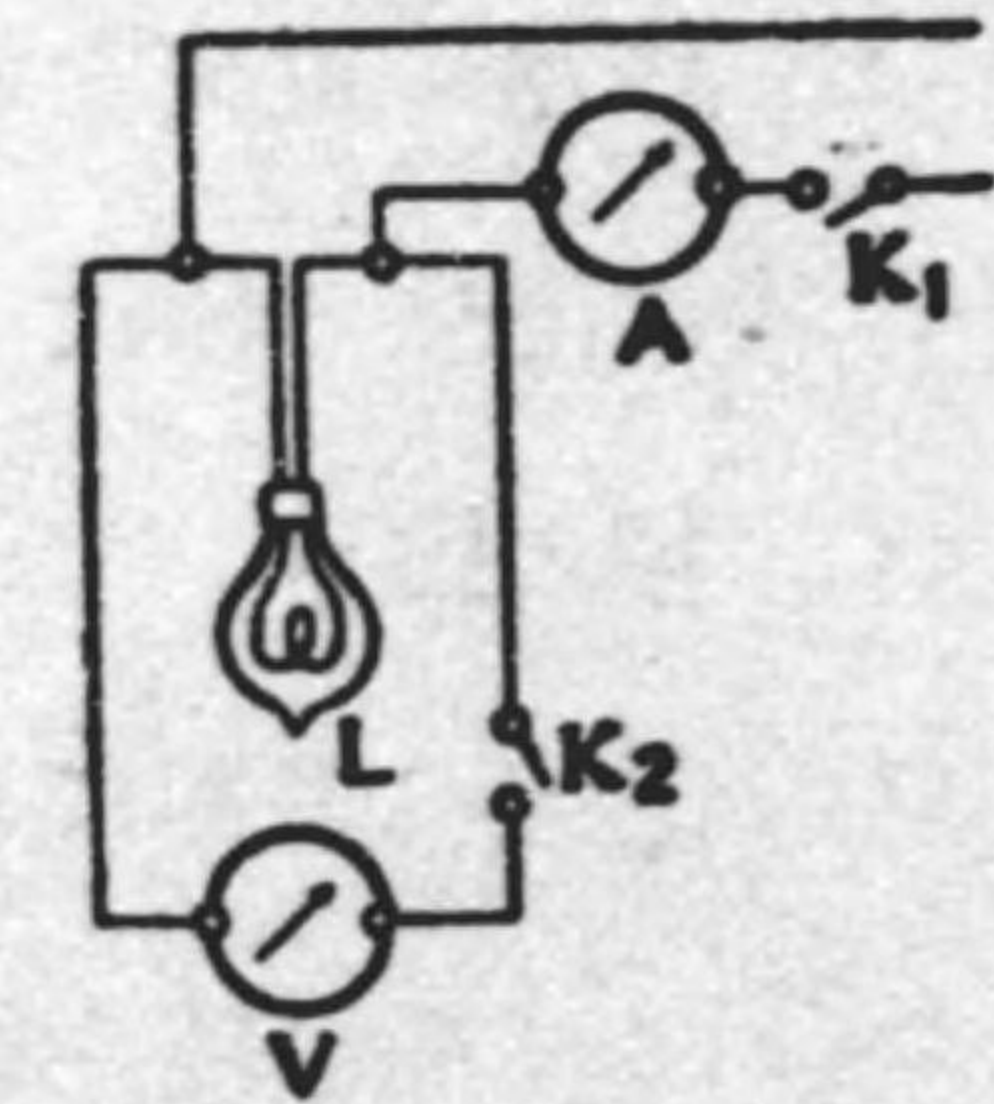
目盛は  $E=RC$  の關係を利用し、Cに比例する目盛をつけ之にEに相當する數値がつけてあります。Rが各メーターで一定であるから之でよい譯であります。

(作用) 抵抗が絶大であるために殆ど電流は流れません。故に測定しようとする二點間に列に連結するとボルト計へくる分派電流が本電流に殆ど變化を及ぼしませんので、本電流を使用目的の装置に送りながら測定が出来ます。

(II) 整理及び修練。

ボルト計とアンペア計との比較。

(種類多くて同一でないが教科書本位で)



	アンペア計	ボルト計
構造(類似)	蹄形磁石間に指針附コイルを入れた構造。	同 左
(相違點)	その抵抗が小。	その抵抗が非常に大。
使用法(類似)	目盛で直ちにアンペアを読む。	目盛で直ちにボルトを読む。
(相違點)	主電流に行に入れる。	主電流に列に入れる。

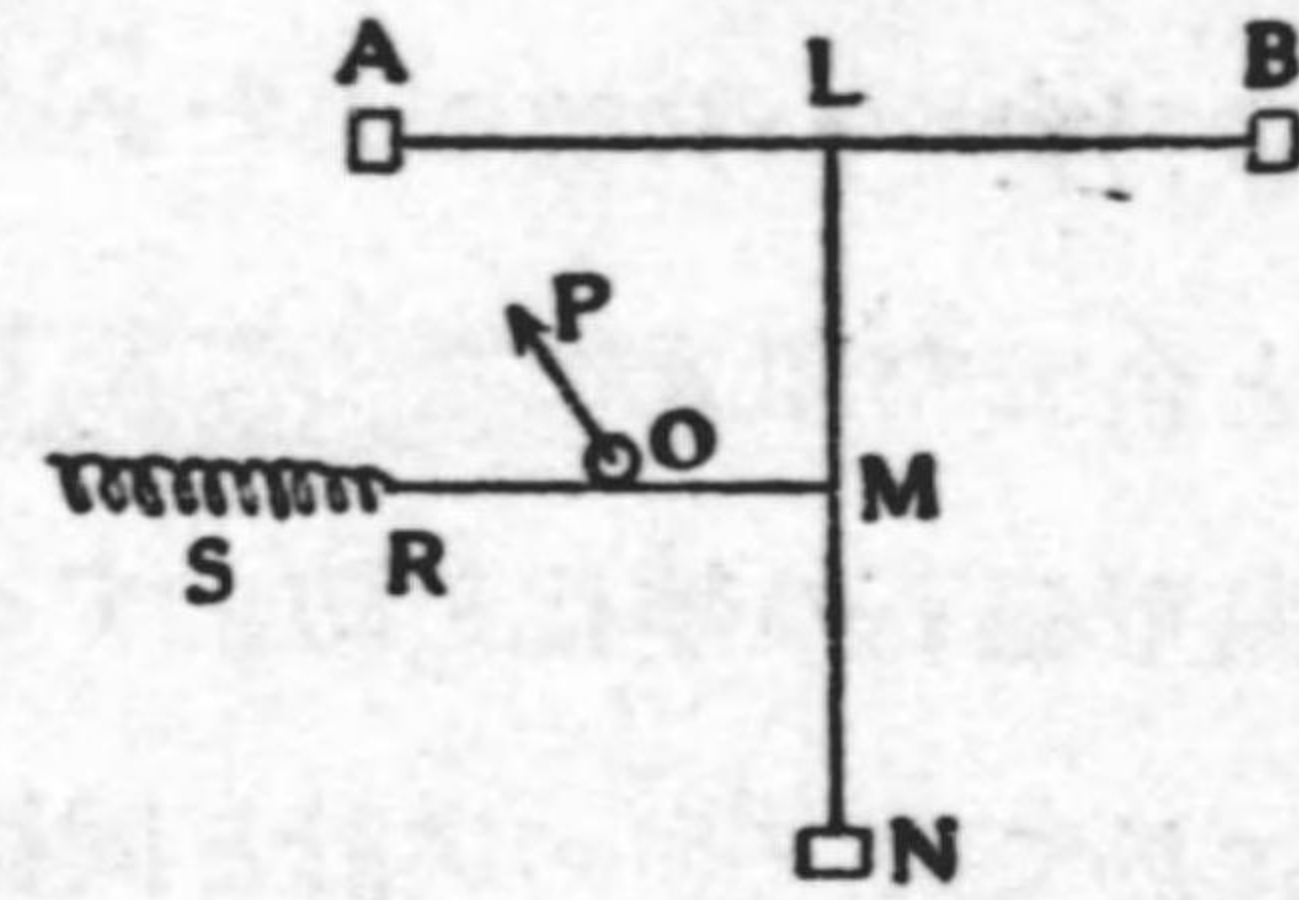


作用(類似) コイルの電流の磁気作用で指針を共に動かす。 同 左

(相違点) コイルに流れる電流は主電流と同行。 コイルへは分派電流の微小なもののみが流れる。

(Ⅱ) 附 交流用メーター。 交流には磁力作用によるメーターは用ひ難い、それで次圖の様に電流による熱作用を利用したものが用ひられてをる。

A, B, N 點を固定し A, B 及びその中間 L 點から LMN 線を引き張る。 LN の中點 M から MR を引き R 端を彈條 S に固定する。之に電



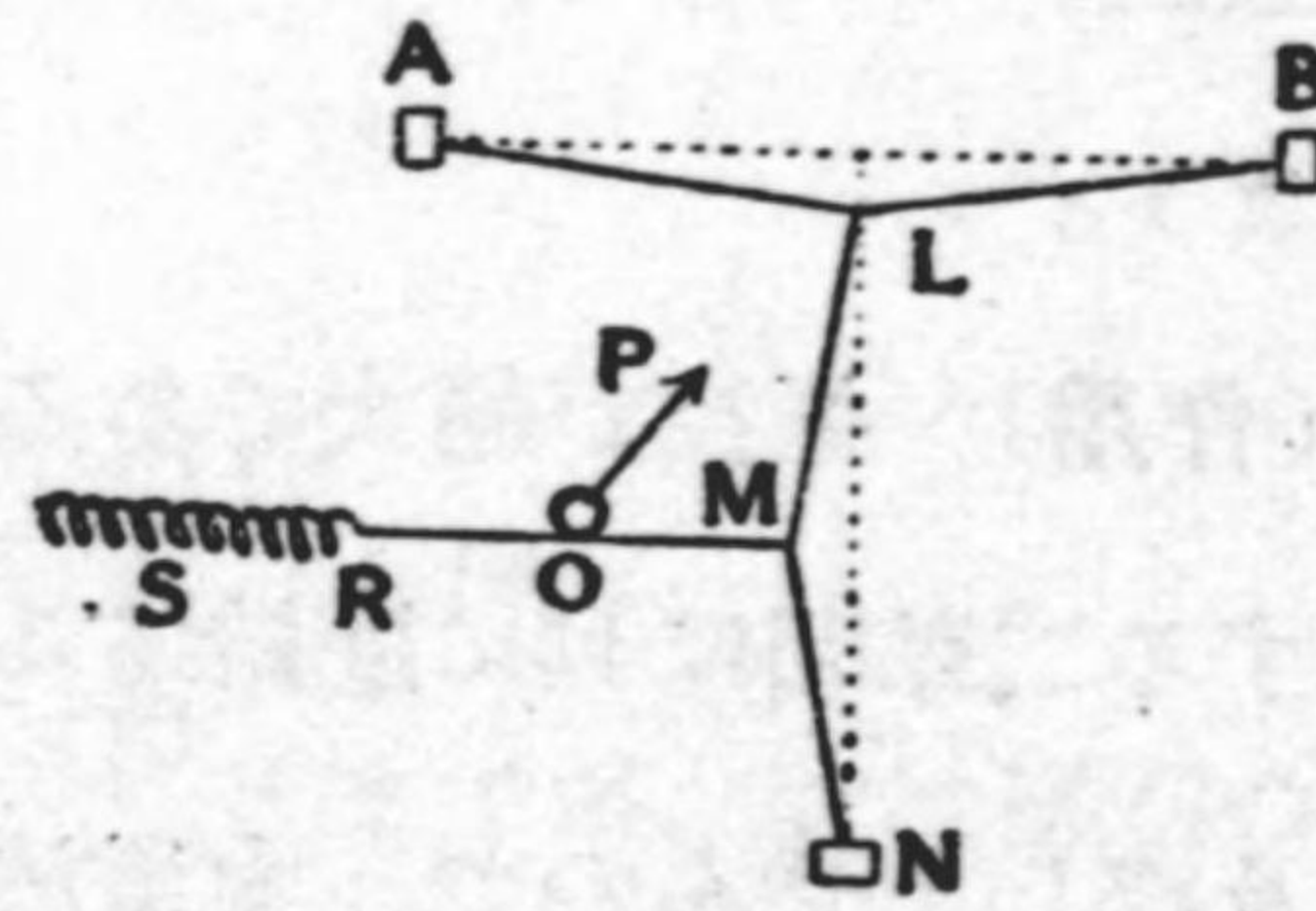
流を送る時はその電流が AB を通過、その發熱作用で AB が延長する結果下圖の如くなつて彈條が縮み指針が動かされる。

頁 節  
88 92 電磁石。

(I) 教授要項。

(A) 構造 の説明。

(B) 作用 電流を通絶する場合の結果と、



その時に出来る極はソレノイドの場合と一致することを知らしめます。

(C) 極の強さ。

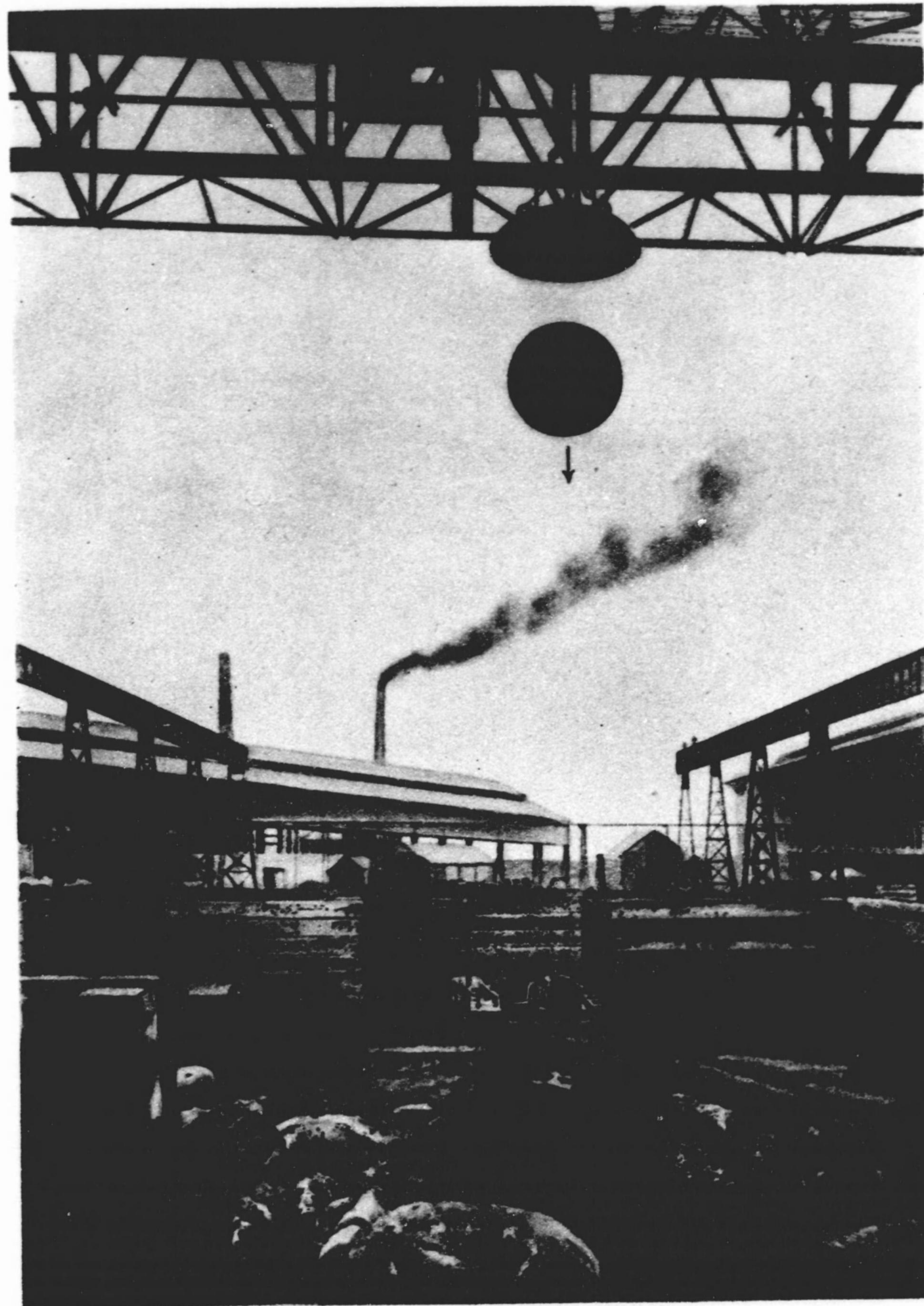
- (1) 電流の強さに正比例します。
- (2) コイルの捲き數に正比例します。
- (3) 軟鐵心の太く短かい程強く、殊に極の大きいもの、及び兩極の距離の小なるものが強い磁力を出します。

次圖は之に該當する起重機用磁石を示したものであります。

(I) は外觀、(II) は裏面、(III) は断面圖であります。

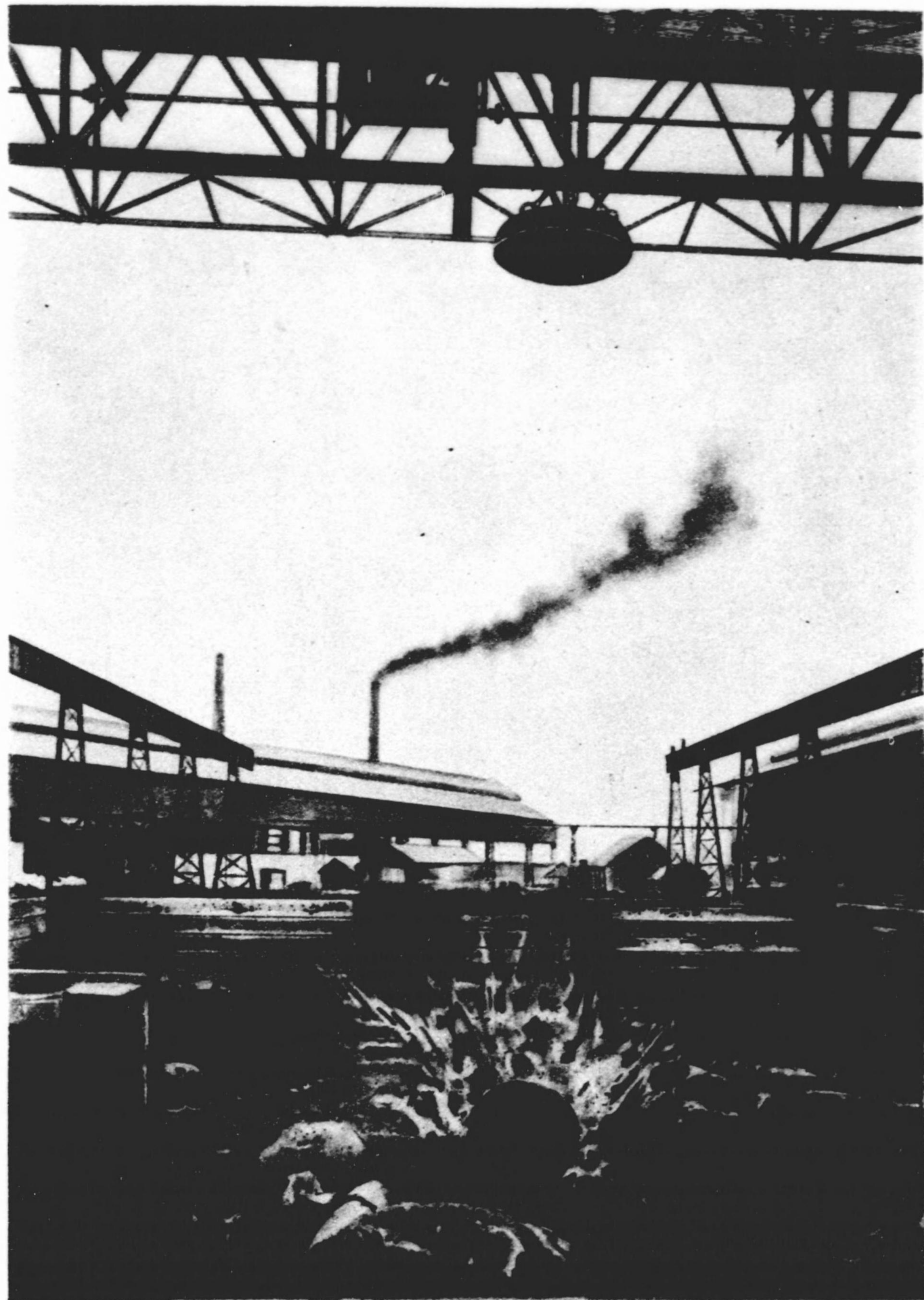
- (4) 磁石を大にするには兩極の距離の近い程有效であります。
- (5) 軟鐵心の品質が磁氣的に敏感なもの程強い磁力を表はします。





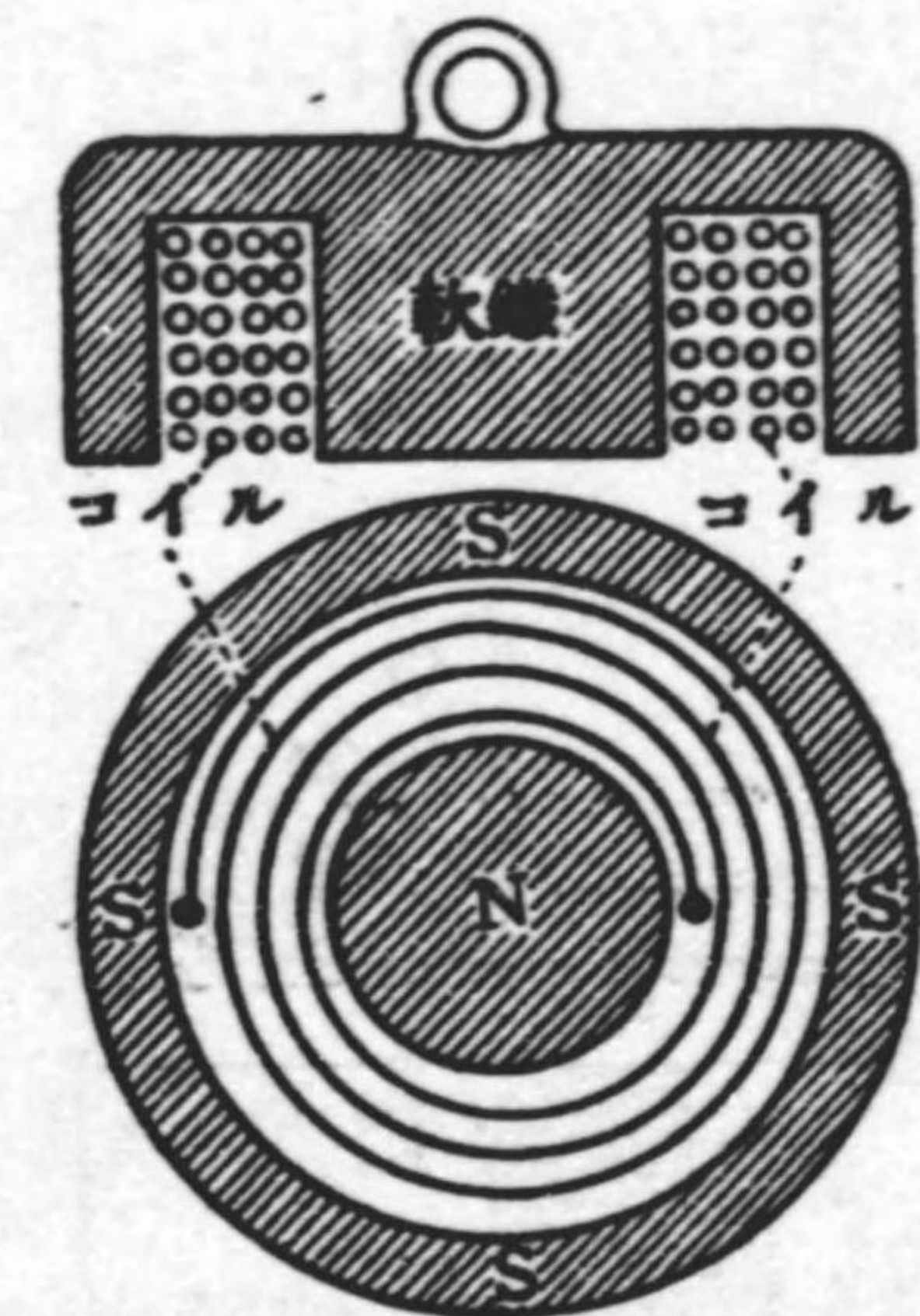
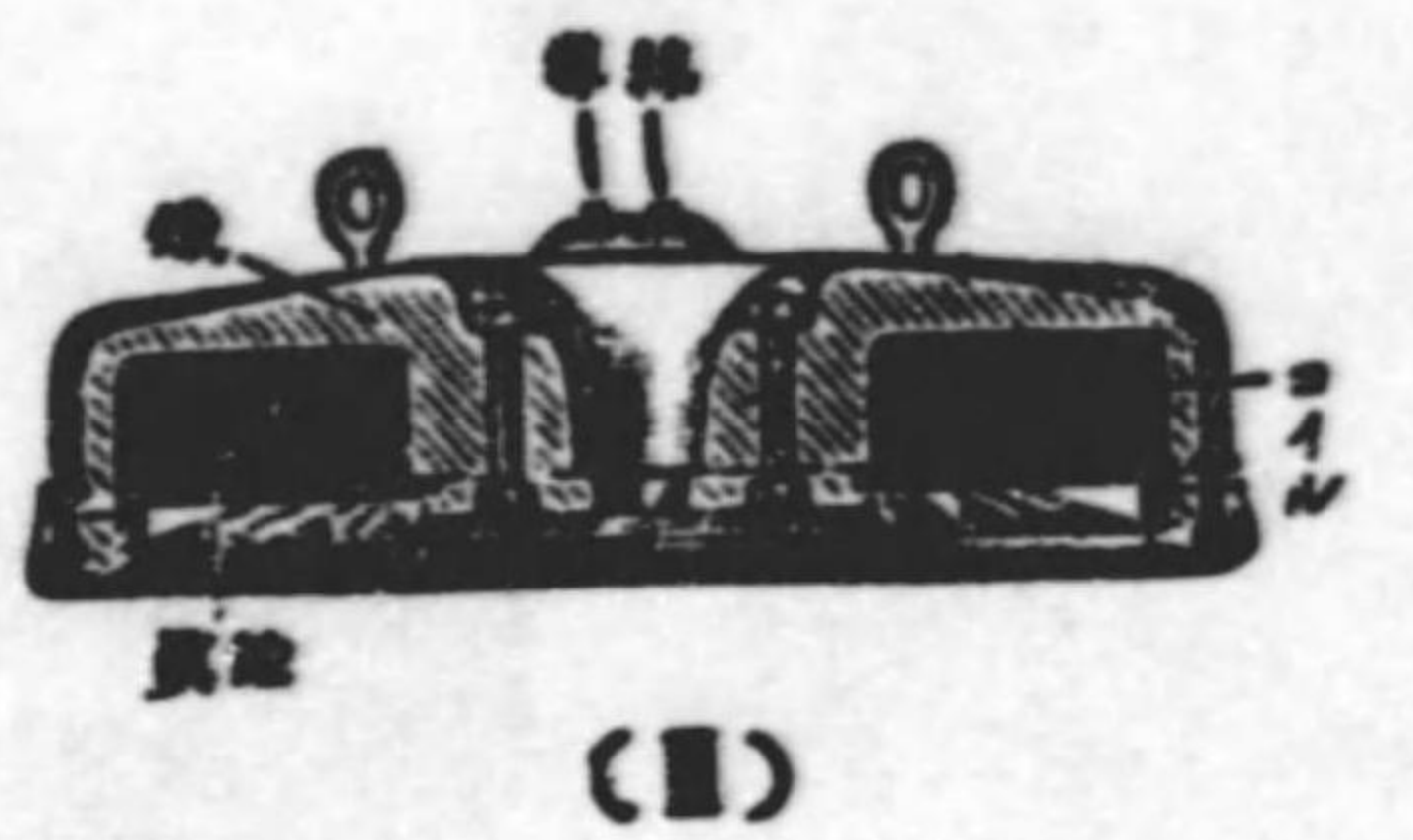
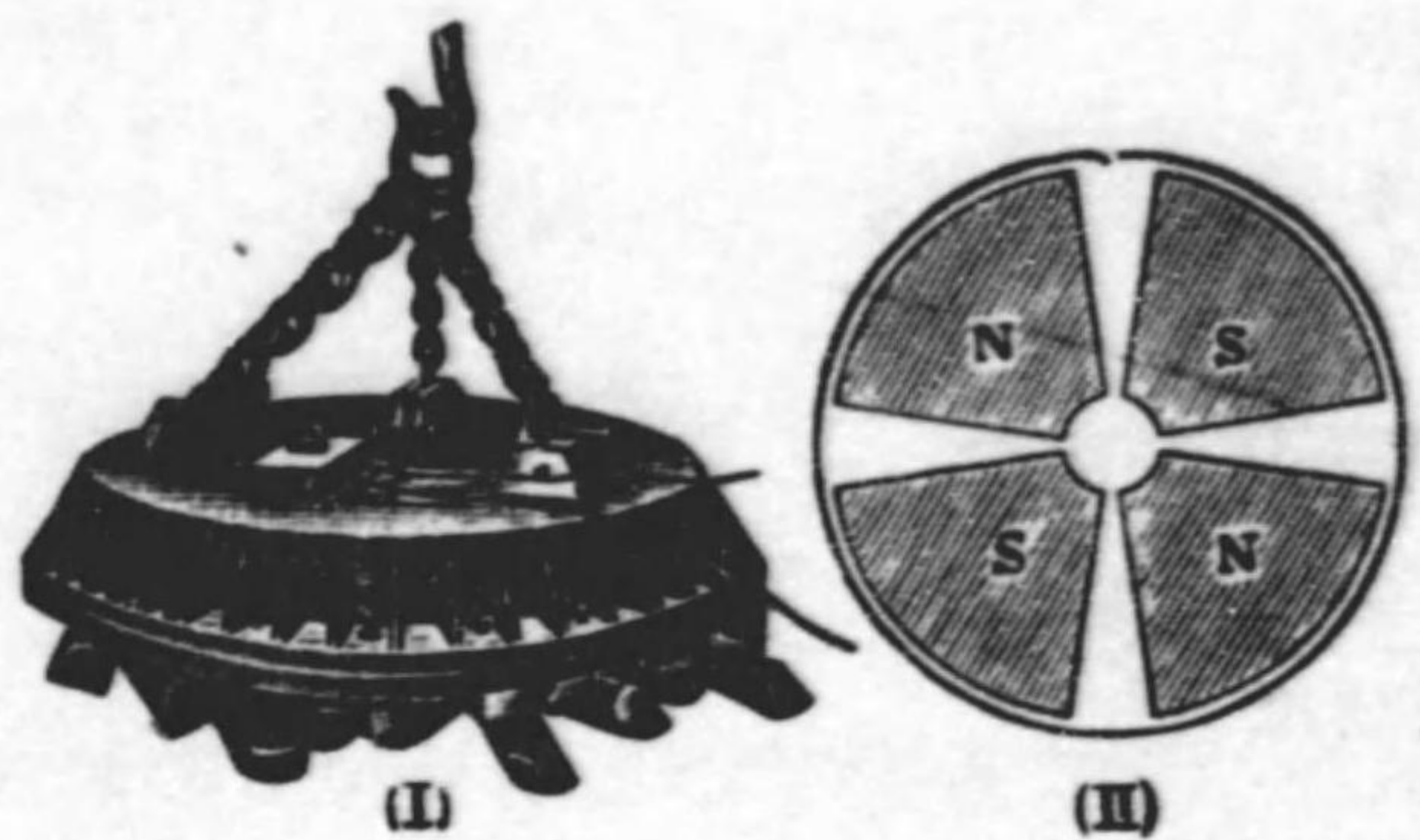
廢鐵粉碎用大鐵球とその引揚げに用ひる電磁石  
(球を落す瞬間)



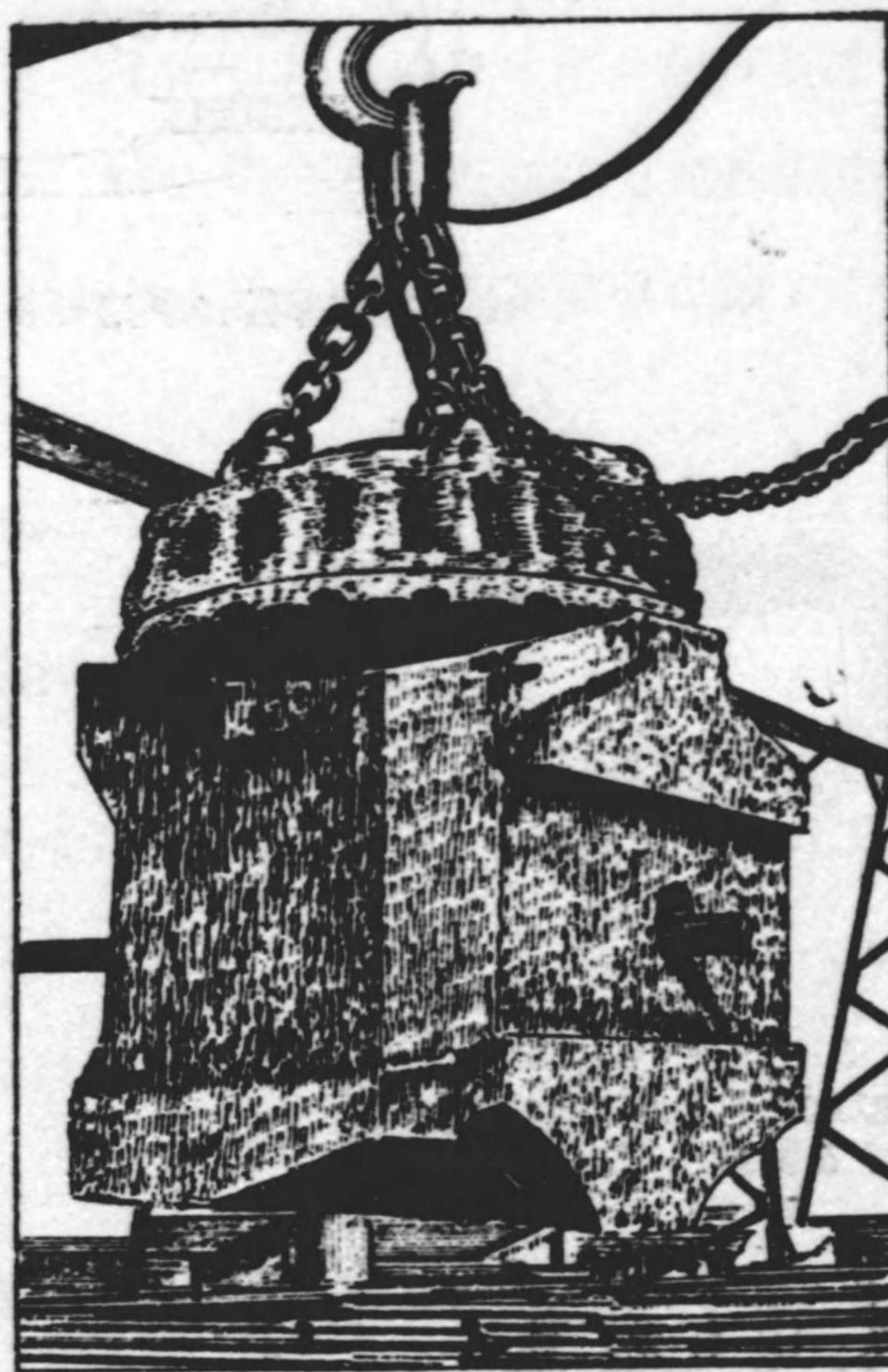


廢鐵粉碎用大鐵球とその引揚げに用ひる電磁石  
(落ちた球が廢鐵を粉碎する光景)



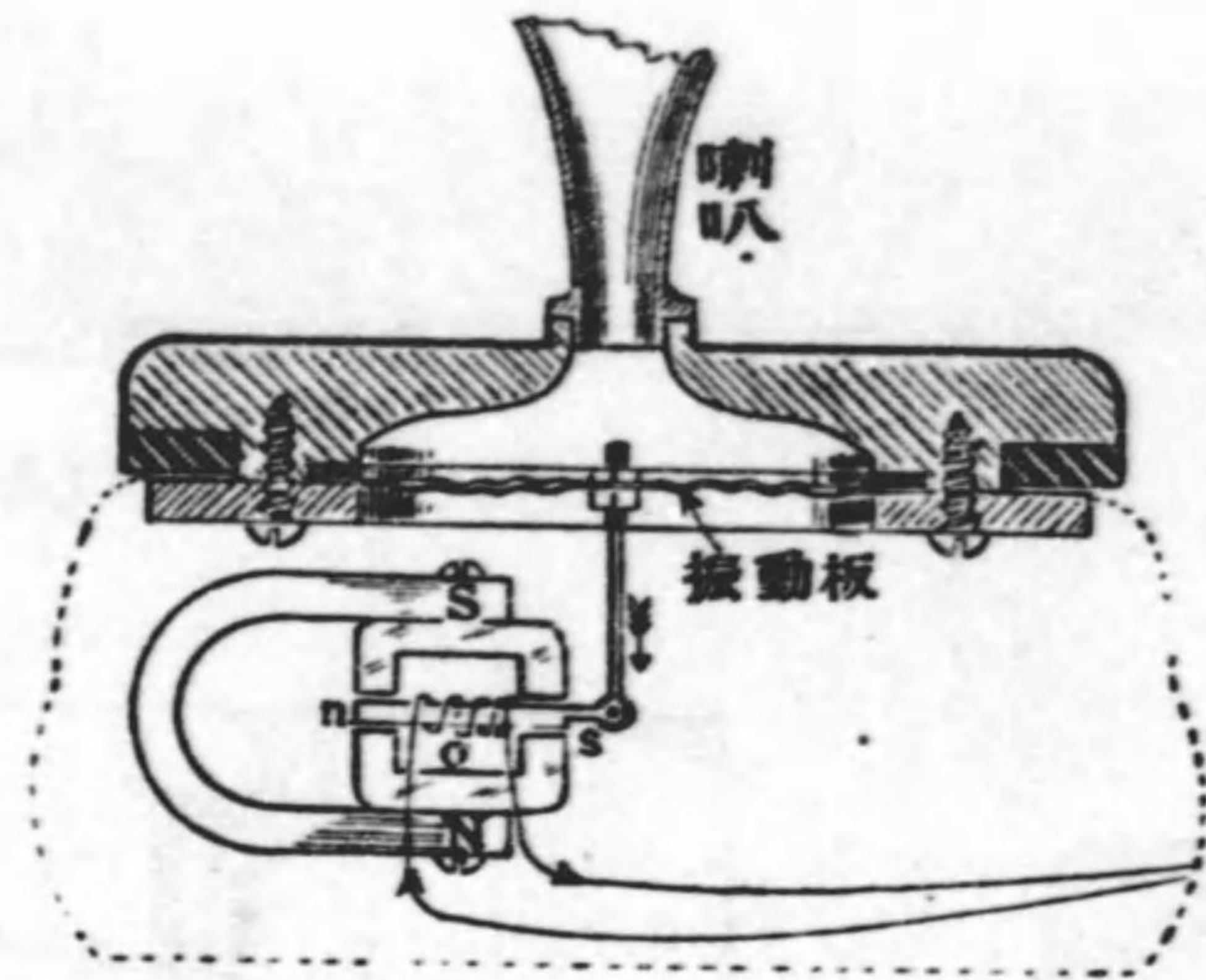


極を大きく近くした電磁石

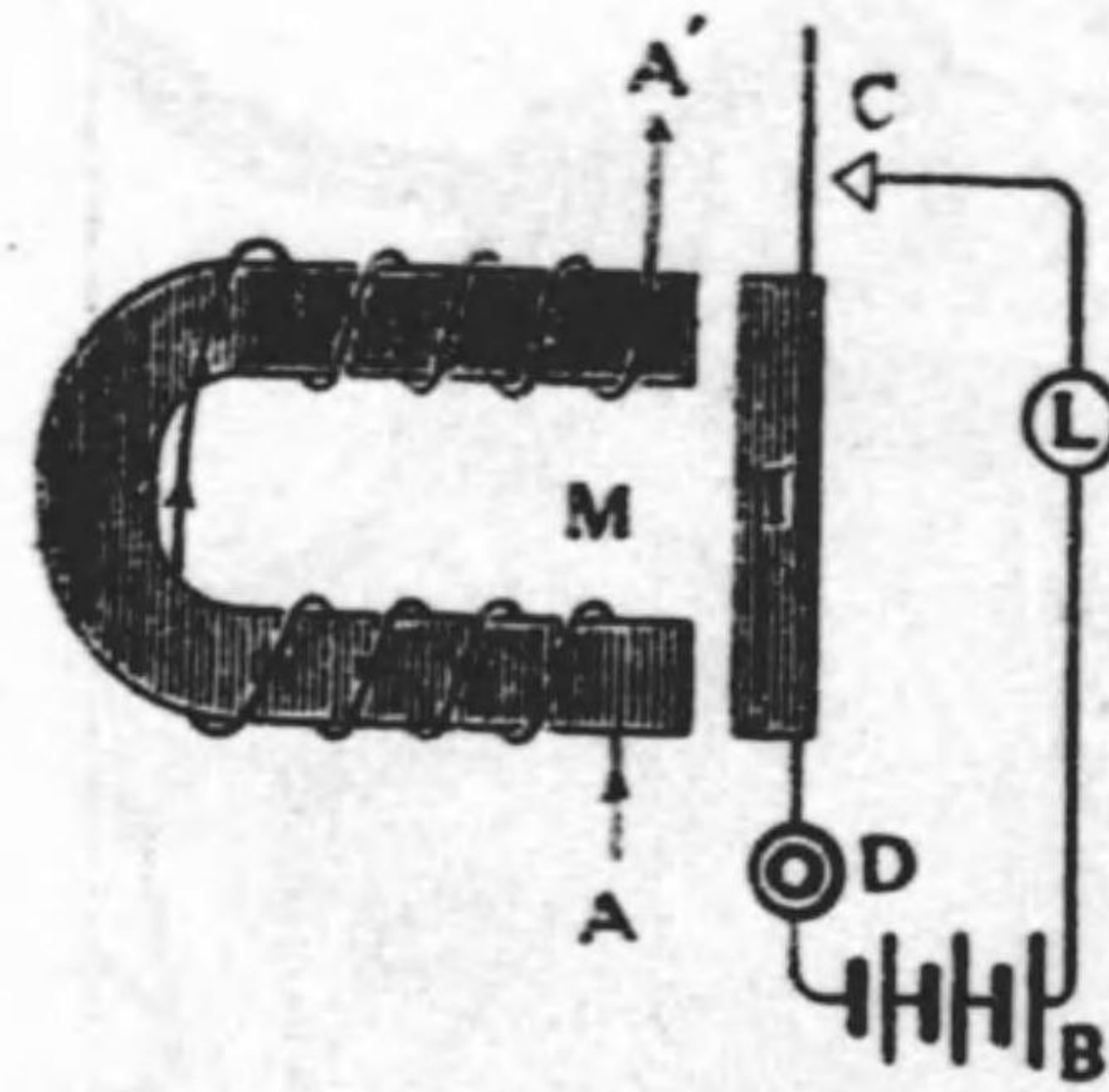


- (D) 應用方面
- 直接の應用 {
    - 電気起重機, 鐵塊の運搬用
    - 鐵片集積用, 電気制動機
    - 鐵石分離用廻轉輪内設備, 其他
  - 間接の應用 {
    - 電鈴, 電信機, 電話機
    - 電動機, 發電機, 其他

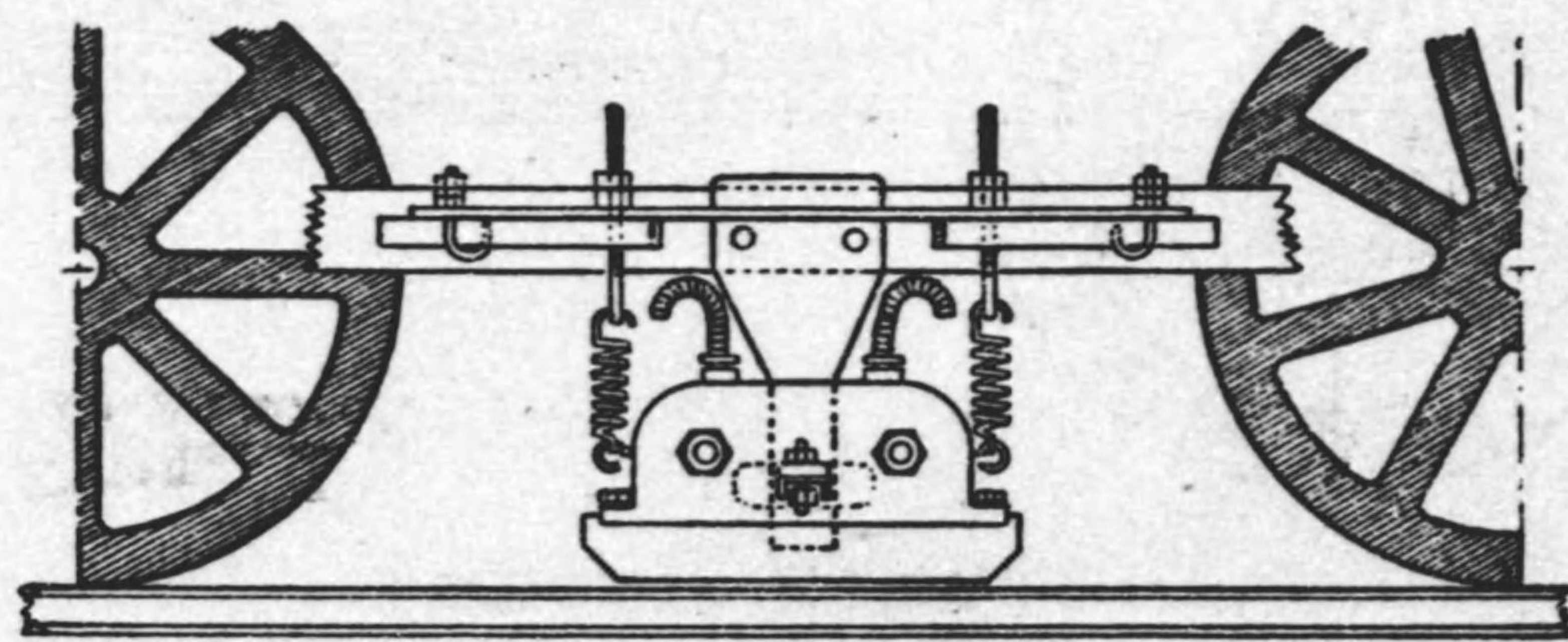
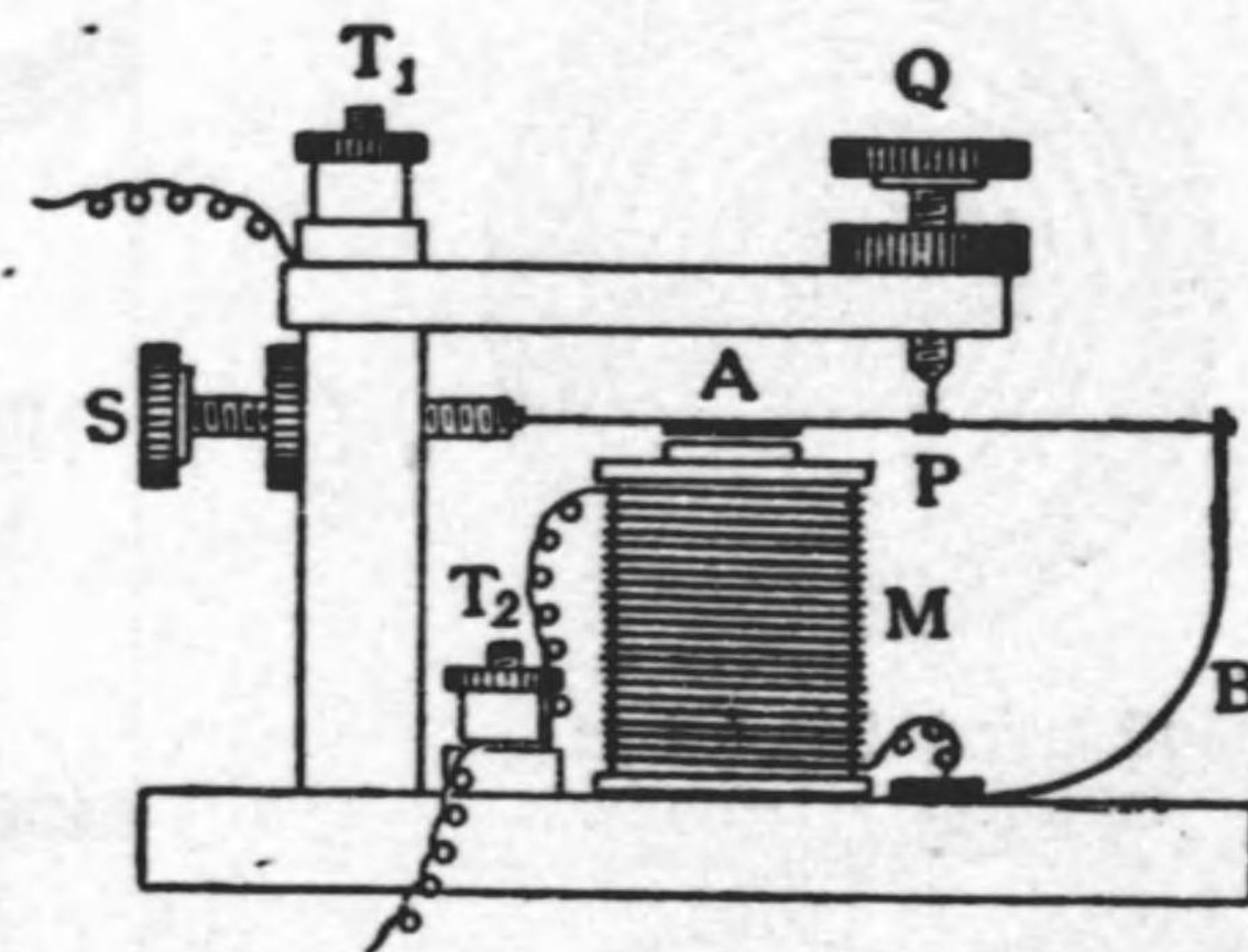




(擴聲器に利用せる電磁石)



(電車などの停電の時點燈する装置に加へた電磁石)



(電車のブレーキに應用せる電磁石。レールを吸引してブレーキの役目をする)

(附) ヨセフ・ヘンリー (1799—1878) 電磁石の第一歩は佛人アラゴーによつて1820年に發明せられてゐたのでありますが、之を實用的にしたのは英國

のウィリアム・スタージョンと米國のジョセフ・ヘンリーとであります。

ヘンリーの研究の大部分は磁力を大ならしめるための條件にありました。如述の諸條件は多くヘンリーの發見した所であります。

電磁石許りでなくヘンリーは電氣學一般に關する造詣が非常に深く1831年ファラデーによつて感應電流が發見せらるゝや、直ちにその研究に着手して1832年には自己感應を發見しました。次で1842年にはライデン瓶の蓄電を線輪を通じて放電せしめ、その中に入れた鋼針の不規則な磁化で振動放電の次第を究明、この方面の研究に先鞭をつけました。其の他電氣學に關する偉業が少くありません。

頁 節  
89 93 電 鈴。

(I) 教授要項。

(A) 發明。電鈴は英人ジョン、マイルドが1850年に發明したもので巧妙に電磁石を應用してをります。

(B) 線に沿うて一巡。電池の陽極に始まり、陰極に至るまでを電路を追ふて圖上に一巡します。

この方法は馬鹿げてをるやうな感がありますが、動電氣、殊にその装置類の學習には必要な手段として近來國によつてはその教授法の一枝目としてをるとの事であります。

其の際押卸の如き回路の切れ目では「切れ目」といふ如く適當の言葉を加へて進み、印刷漏れの線などがあるとそれを加へます。

(C) 實驗及び打鈴作用の究明。

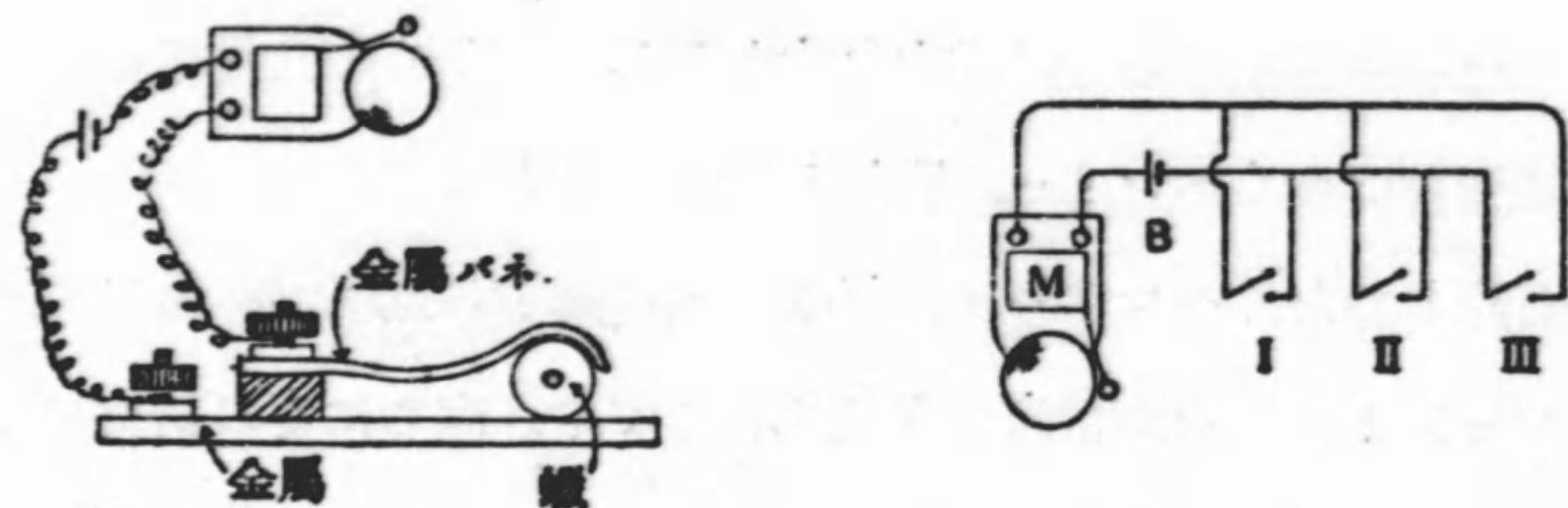
(II) 使用實驗。

(A) 電鈴一、電池一、三箇所より獨立して鳴らす連結法。

(B) 火災報知用施設。次圖のやうに蠟を以て回路を遮斷する。組立てた上、



その蠟をアルコールランプで熱して見る。



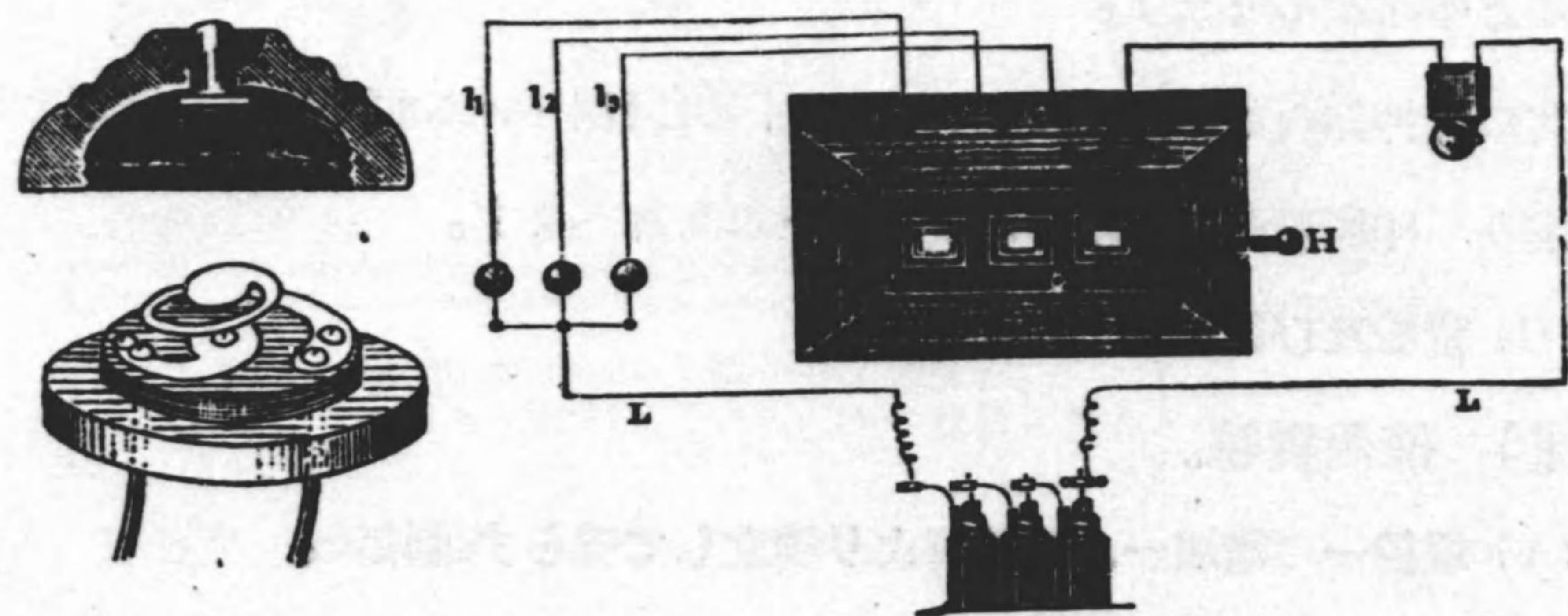
(II) 使用諸例。

合圖に電鈴を使用するには教科書記載、本書上記の以外に猶諸種の装置があります。

(A) 一所から任意の室へ合圖する装置。

(B) 一所へ各所から合圖する場合にその合圖した箇所を同時に示す装置。之には中央箱（合圖を受ける方にあり）の中に電磁石が別があり、

合圖の電流が電鈴に流れる時、同一回路中の電磁石の作用で番號札を引出すやうになつてをります。箱の右方の取柄(H)は番號札を元へかへすに使用するものであります。



之には右圖の如く呼ばれた時(H)を用ひず(K)を押して應答打鈴に併せ電流で番號札を復舊せしめるものもあります。

頁 節  
89 94 電信機。

(I) 電信装置の發達史。

電氣を通信に利用せんとする企圖を始めて試みたのは獨逸のゼンメリング(1809年)で、水を電解して氣泡を發せしめ、それを信號に利用しようとした。

1833年ガウス並にウエーベルは電流の磁氣作用で磁針を偏在せしめる趣向により一種の電信機をつくりました。

是等は單なる試みに過ぎなかつたが、有名なる米國の畫家モールスは1835年電磁石を利用して實用的な電信装置を試作し、今日の電信機の基礎となるものを作製しました。

その受信機は所謂モールス受信機で電流の繼續時間に應じて長短二様の線を細長い紙片に記すものでその組み合わせで文字の符號としました。

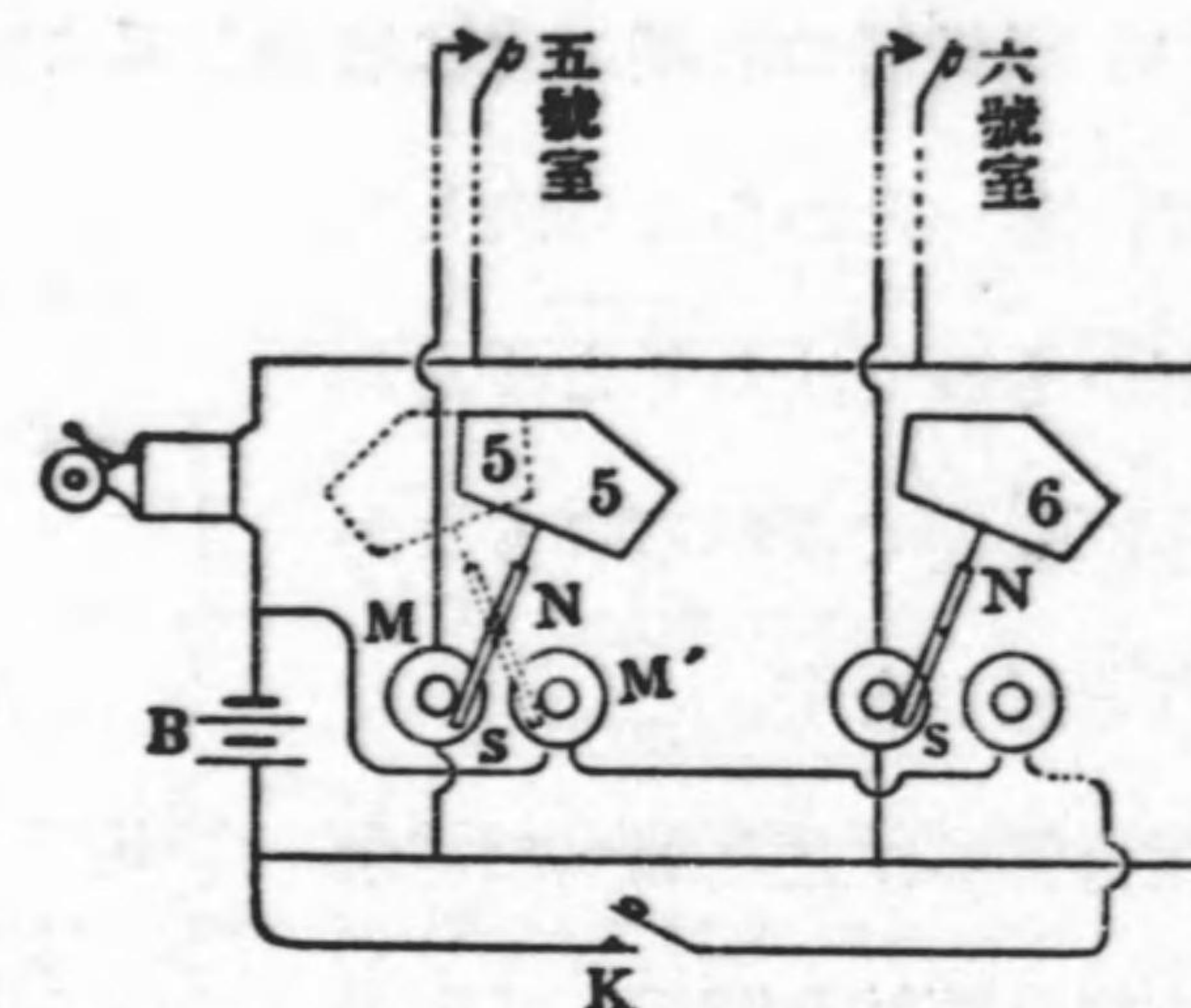
之を改良して音響電信機が出来ました。

最近には送受信を正確にするため、ヒコースの發明にかゝる文字印刷電信機並にその改良品である電氣タイプライター等が使用せられ出して來ました。

(II) 教授要項。

- (A) 電信機の要部の説明。回路の圖上一周。
- (B) 作用の實驗。
- (C) 音響器 並に附屬集音箱の構造、作用の説明。

(III) 取捨事項。

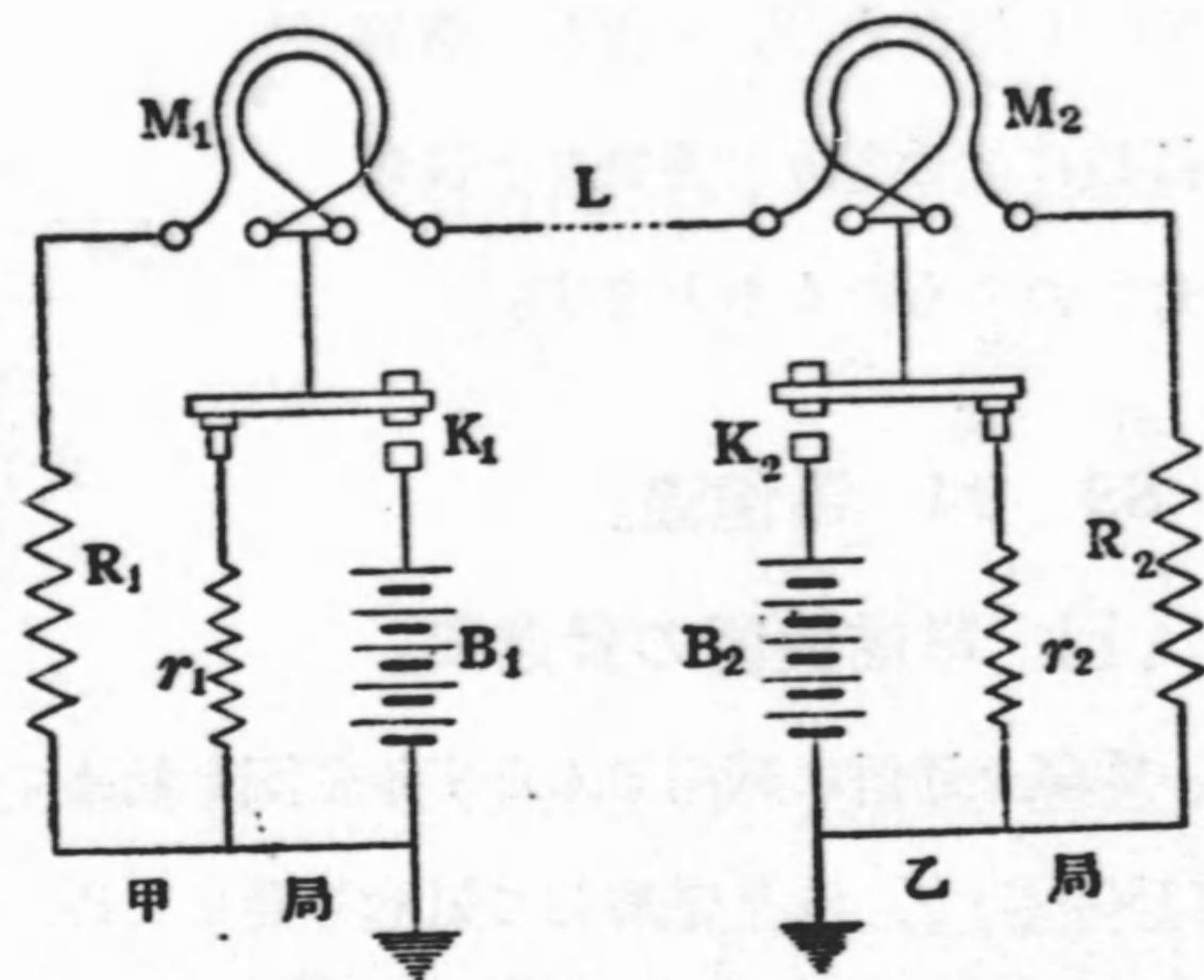




(A) 继电器の利用。之は取捨してよい教材であります、時間に餘裕があれば、加へたからとて決して

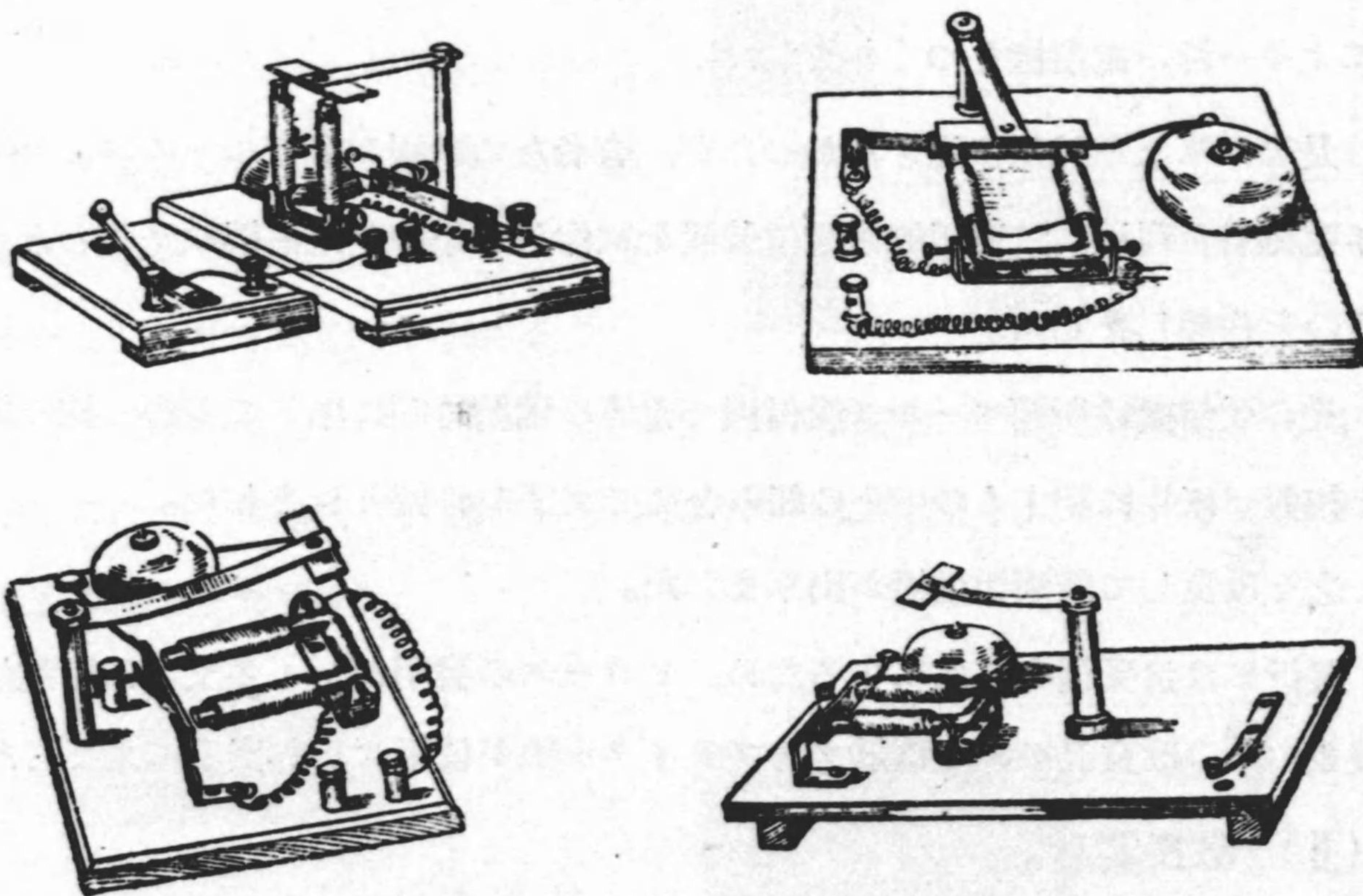
難解のものではありませんから序に教授せられるのもよからうと思ひます。

教科書には之を加へた電信機の総合連結を圖示してをります。



(B) 二重電信法の配線。

(C) 電鈴電信機兼用生徒實驗用諸複寫



電信符號(モールス記號)

イ . —	ロ . . . . .	ハ — . . . .
ニ — . . . . .	ホ — . . . .	ヘ .
ト . . . . .	チ . . . . .	リ — . . . .
ヌ . . . . .	ル — . . . . .	ラ . — . . . .
ワ — . . . . .	カ . . . . .	ヨ — . . . . .
タ — . . . . .	レ — . . . . .	ソ — . . . . .
ツ . . . . .	ネ — . . . . .	ナ . . . . .
ラ . . . . .	ム — . . . . .	ウ . . . . .
キ . . . . .	ノ . . . . .	オ . . . . .
ク . . . . .	ヤ . . . . .	マ — . . . . .
ケ — . . . . .	フ — . . . . .	コ — . . . . .
エ . . . . .		チ . . . . .
ア — . . . . .		サ . . . . .
キ — . . . . .	ユ — . . . . .	メ . . . . .
ミ . . . . .	シ — . . . . .	エ . . . . .
ヒ — . . . . .	モ — . . . . .	セ . . . . .
ス — . . . . .		ン . . . . .
濁點 ..	半濁點 .. . . . .	
一 — . . . . .	二 . . . . .	
三 . . . . .	四 . . . . .	
五 . . . . .	六 — . . . . .	
七 — . . . . .	八 — . . . . .	
九 — . . . . .	〇 — . . . . .	
A . —	B — . . . . .	C — . . . . .
D — . . . . .	E .	F . . . . .
G — . . . . .	H . . . . .	I . . . . .
J . — . . . . .	K — . . . . .	L . . . . .
M — . . . . .	N — . . . . .	O — . . . . .
P . . . . .	Q — . . . . .	R . . . . .
S . . . . .	T — . . . . .	U . . . . .
V . . . . .	W . — . . . . .	X — . . . . .
Y — . . . . .	Z — . . . . .	



## 第六章 電流の化学作用

### 頁 節 91 95 電気分解。

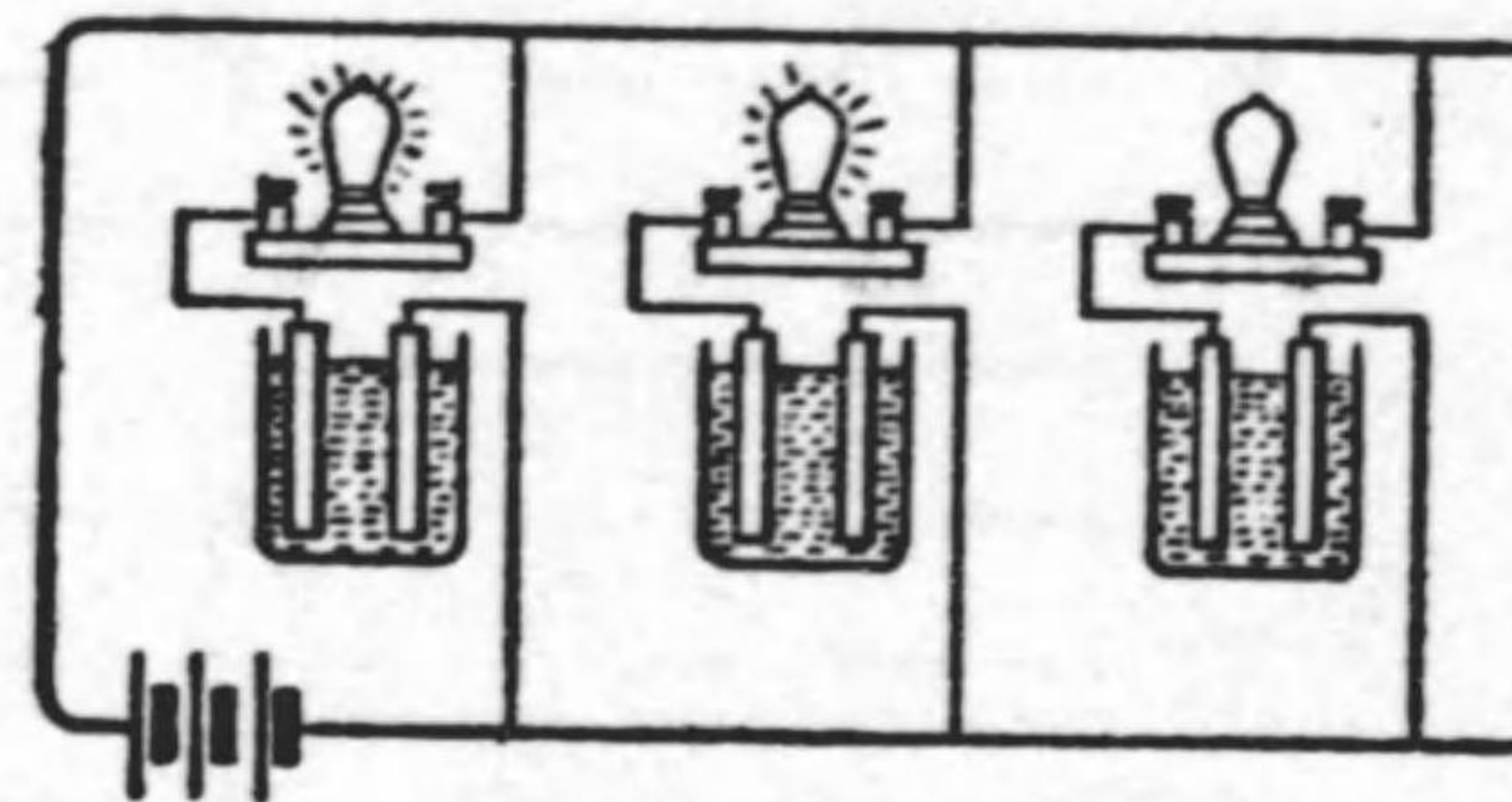
#### 教授要項。

(A) 電解の実験。説明上好都合なのは鹽酸の電解であります。電解析出物が溶媒と作用するもの(例 食鹽水、硫酸の如きもの)は本筋の説明を理解せしめる前に枝葉的部分が加はつてよろしくありません。

(B) 電解、電解質の説明。

(C) 電解質の判別実験。

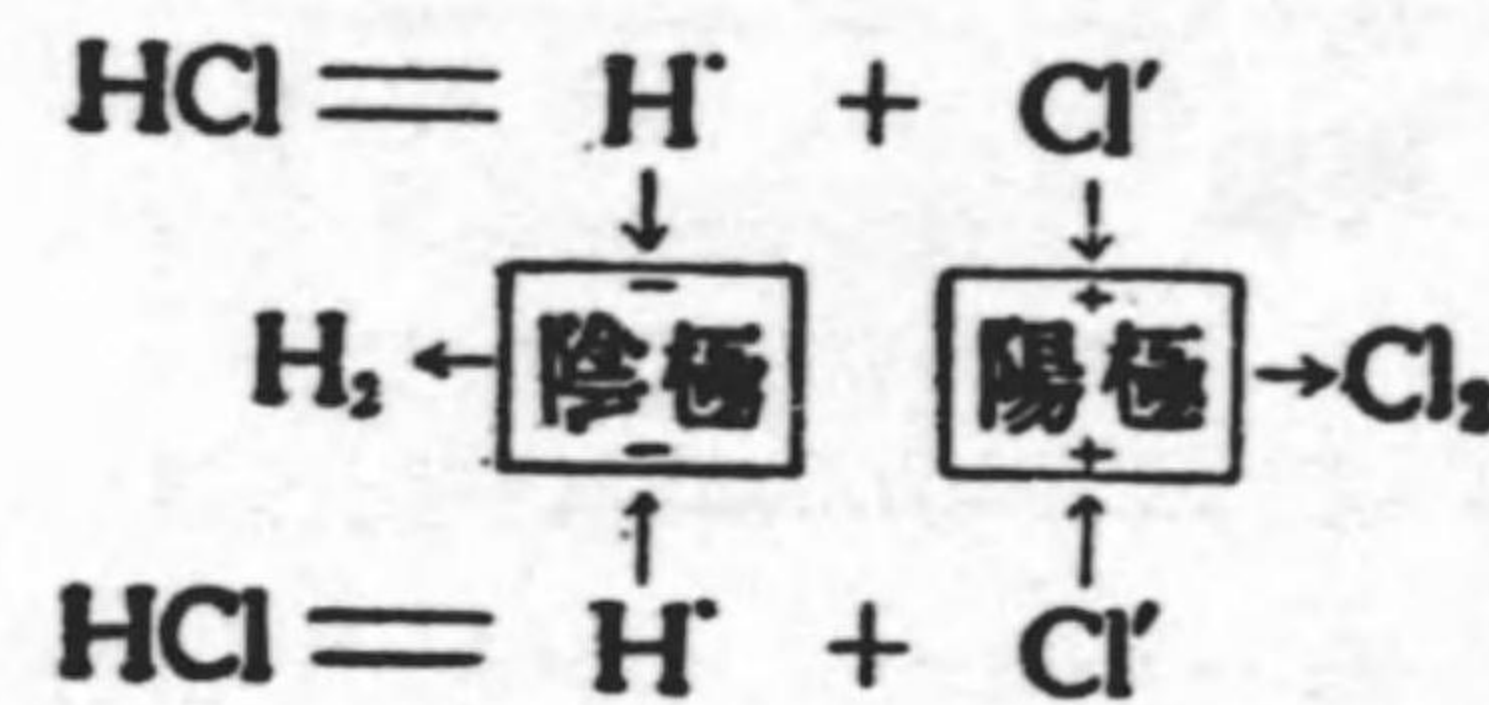
右圖の如き装置で実験すると點燈の如何で電解質と非電解質とが判別出来ます。



(D) イオン説から電解の説明。

(E) 電解質及び極析出物に関する説明。

化学と連絡をとること。



### 頁 節 91 96 ファラデーの定律。

#### (I) 教授要項。

(A) 定律の説明。化学當量なる術語に關して未知の生徒が時々あるやうでありますし、化学教科書にもこの項を缺いでをるものもありますから簡単に次の如く説話するのがよいかと考へます。

$$\frac{\text{原子量}}{\text{原子價}} = \text{化学當量}$$

(B) 定律の適用。

(1) 銀鹽 1 アンペア1秒間で0.001118瓦銀析出。

(1 クーロン)

之は重要な思想で、逆用して1アンペアの電流の強さを定義し、又1クーロンなる電氣量の定義にも利用出来ます。

(2) 其他への適用  $M = 0.001118 \times \frac{m}{107.9} \cdot C \cdot t$  に統一のこと。

(3) 行連結にせる諸物質への適用。化学當量の比を以て兩極共に析出。

#### (II) 問題の取扱。

92頁問. 銅の化学當量 =  $\frac{63.6}{2} = 31.8$

$$2.952 = 0.001118 \times \frac{31.8}{107.9} \times 5 \times 60 \times 60 C$$

$$C = 0.5$$

#### (III) 附。

(A) 電氣化学當量 (Electrochemical equivalent)

1 クーロンの電氣量で析出せられる物質の量をその電氣化学當量といひます。

銀の0.001118瓦は銀の電氣化学當量であります。

(B) ファラデーの人物及び偉業。

ファラデー (Michael Faraday) が英國=ニューウイントンの貧しい一鍛工の子として生れたのは1791年9月22日のことであつた。その父が生活の途を尋ねるために全家族をつれロンドンに移住することになつたので、病弱幼少の氏も之に従つた。時恰かもナポレオン戦争の當時で英本國は危急存亡の秋に際會してゐたため、更に生活の途なく、氏も遂にロンドン市窮民救濟會の手に救はるゝ身となつた。

十二歳の時、一製本屋の使丁となつて自活の道を立てたが、こゝに餘暇を見て讀書する機會を得、その學問慾は非常な高潮の度を加へた。爾來その研



究熱は急烈に高まり専心勉學を續けるやうになつた。

二十一歳の時、當時有名であつたデービーの化學講演を聞いて感動し熱烈なる崇拜者となつた。之が動機で1813年デービーの下に助手となつて仕へ、皇立研究所へ入るやうになつた。その10月デービー氏夫妻と共に歐洲巡遊の旅に出で1815年4月歸英した。

この間に充分なる研究の基礎を得、爾後専ら物理學及び化學の攻究に没頭し幾多の重要な發明發見を大成した。

1816年 苛性石灰に關する研究論文を發表した。

1820年 新しい鹽化炭素を合成し、又鋼合金を創製した。

1821年 電流による磁針の廻轉（エルステッドの發見1820年）を可逆ならしめることを試み電流の通ぜる導線を磁石に動かすことに成功した。

1823年 氣體の擴散及び液化の理を明かにした。

1825年 コールタールよりベンゼン及びアニリンを製取することを發見した。

1830年 光學用硝子の製造に成功した。

1831年 感應電流を發見し且つ感應コイルの一種を完成した。

1833年 電氣分解に關するファラデーの定律を明かにした。

1845年 ファラデー効果を明かにし光線磁化の理を究明した。

氏の電氣學に關する功績は偉大なるその化學上の研究業績をも凌駕してをる程で、彼の Electrolyte, Electrode, Anode, Cathode, Ion, Anion, Cation などの語は氏がその慣用を始めたものである。

又その職責を通覽すると顯著なものは次のやうなものである。

1825年 デービーの後任として皇立研究所の實驗室主任となり、同時に皇立學士院の正會員となつた。

1833年 フロラー記念教授となつた。





Michael Faraday (1791←→1867)



氏は資性廉潔で1829年以降英政府の命によつてなした研究、調査、出張等に関し只一回を除いては手當、報酬等を受けたことがなく、又その國家に對する義務を重んじた事と、社會の人として篤行が多かつたことは氏の業績を更に奥ゆかしくするものである。

1867年8月25日ヴィクトリア皇帝から賜はつたハンプトンコート離宮附隨の邸宅内で安らかな永い眠についた。非常に平民的な墓碑がハイゲートでその大なる偉業と玉成された人格とを永久に傳へてをる。電氣容量の單位であるファラッドは氏の功績を記念するために採用されたものである。

頁 節  
92 97 電解の應用。

教授要項。

(A) 電鍍 (Electroplating) 不足分を陽極より補給する電解として説明すること。

(實驗) (1) 銀シヤン化カリウムにつき銀鍍の實驗。

(2) 硫酸銅溶液中に炭素を陰極とし銅板を陽極として電流を通ずると黒い炭素は銅で銅色に電鍍せられます。

(B) 電鑄 (Electrotyping) 金屬彫刻又は木版の型をつくる方法。彫刻又は蠟中に填めてその型をとり、それに粉末石墨或は銅の細粉を塗附して電氣傳導性にし、それを電池の陰極に連結して硫酸銅溶液中に入れ、他極即ち陽極純銅板をつけたものとの間に硫酸銅の溶液を通じて電流を通ずると、銅鍍が出来ます。

その充分厚くなつたものを取り放すと銅の模型が出来ます。このやうなことを電鑄といひます。

(C) 電氣冶金 (Electrometallurgy) (例による説明で)

(1) 銅冶金 火熱冶金で作つた粗銅を陽極に純銅の薄板を陰板に取り附



け、硫酸銅溶液の温浴中に入れて電流を通すると粗銅中の銅分で陽極の薄板を銅鍍し純銅を移動補集することが出来る。

(2) 酸化アルミニウムの鑛石(礬土)を電気爐で熱熔するその鑛石は電解されてアルミニウムを析出するようになる。

(3) アルカリ金属類はこの方法でその鹽類から採取せられるのが多い。

(D) 其の他の應用。炭酸ソーダの製法、鹽酸カリの製出を始めとして近來電気化學の發達に伴ひこの方面の應用が餘程廣くなつて來ました。

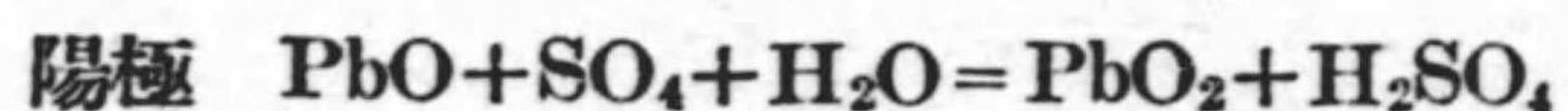
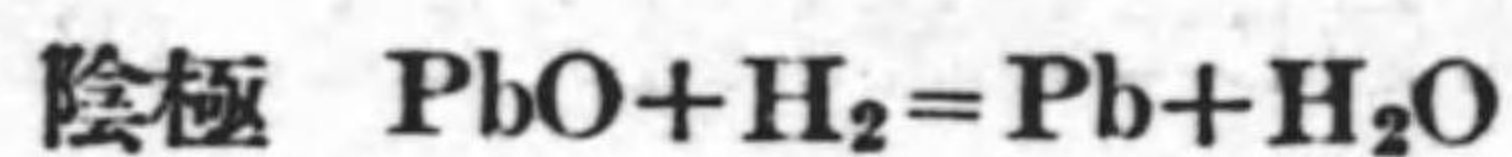
頁 節  
93 98 蓄電池。

(I) 教授要項。

(A) 大綱として (電流のエネルギー)  $\xrightarrow{\text{充電}}$  (化學的のエネルギー)  
放電

(B) 化成。化成の形式は色々異なるが、教科書の本文は學習の筋道として好都合のものを取りました。

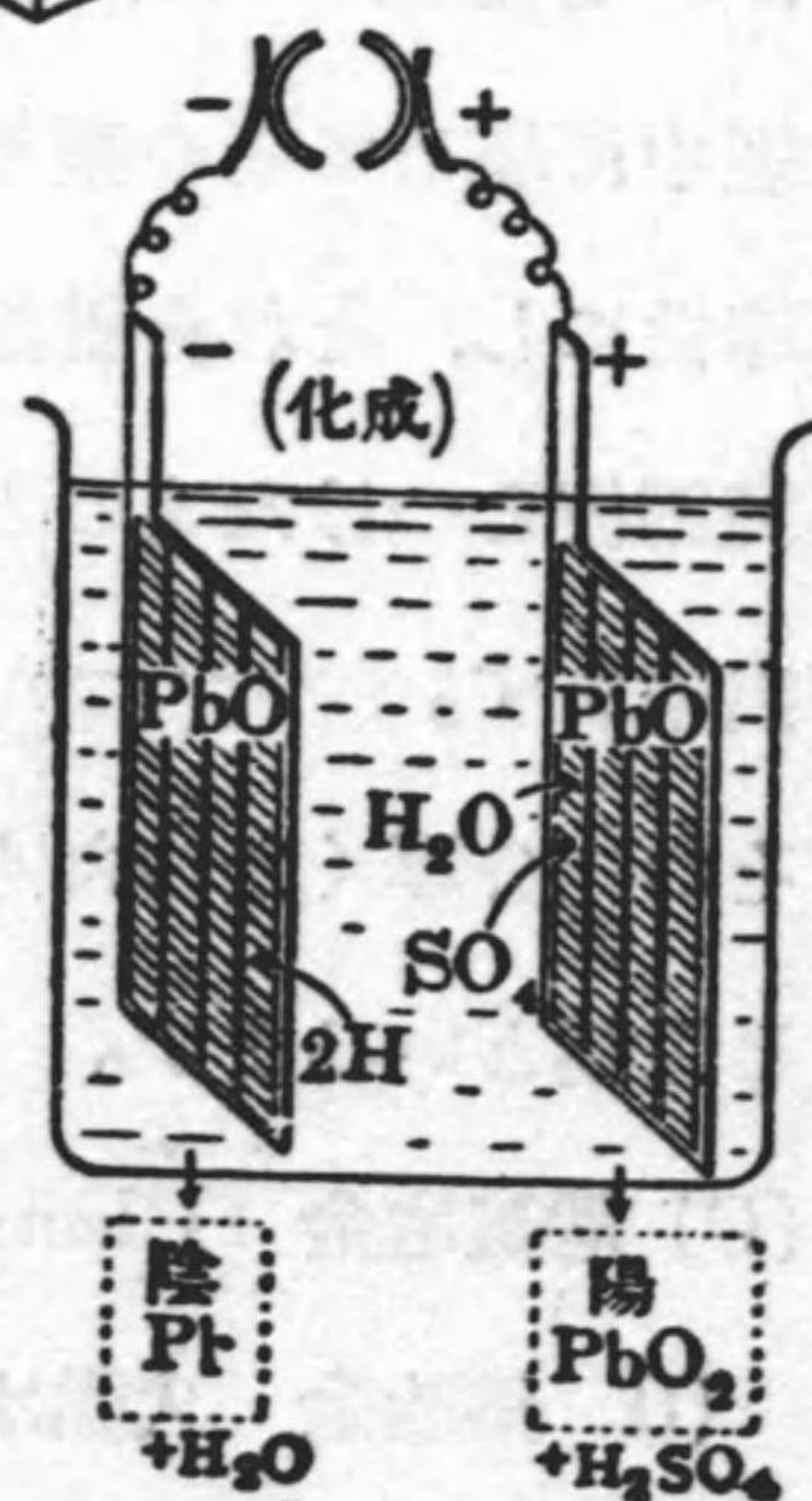
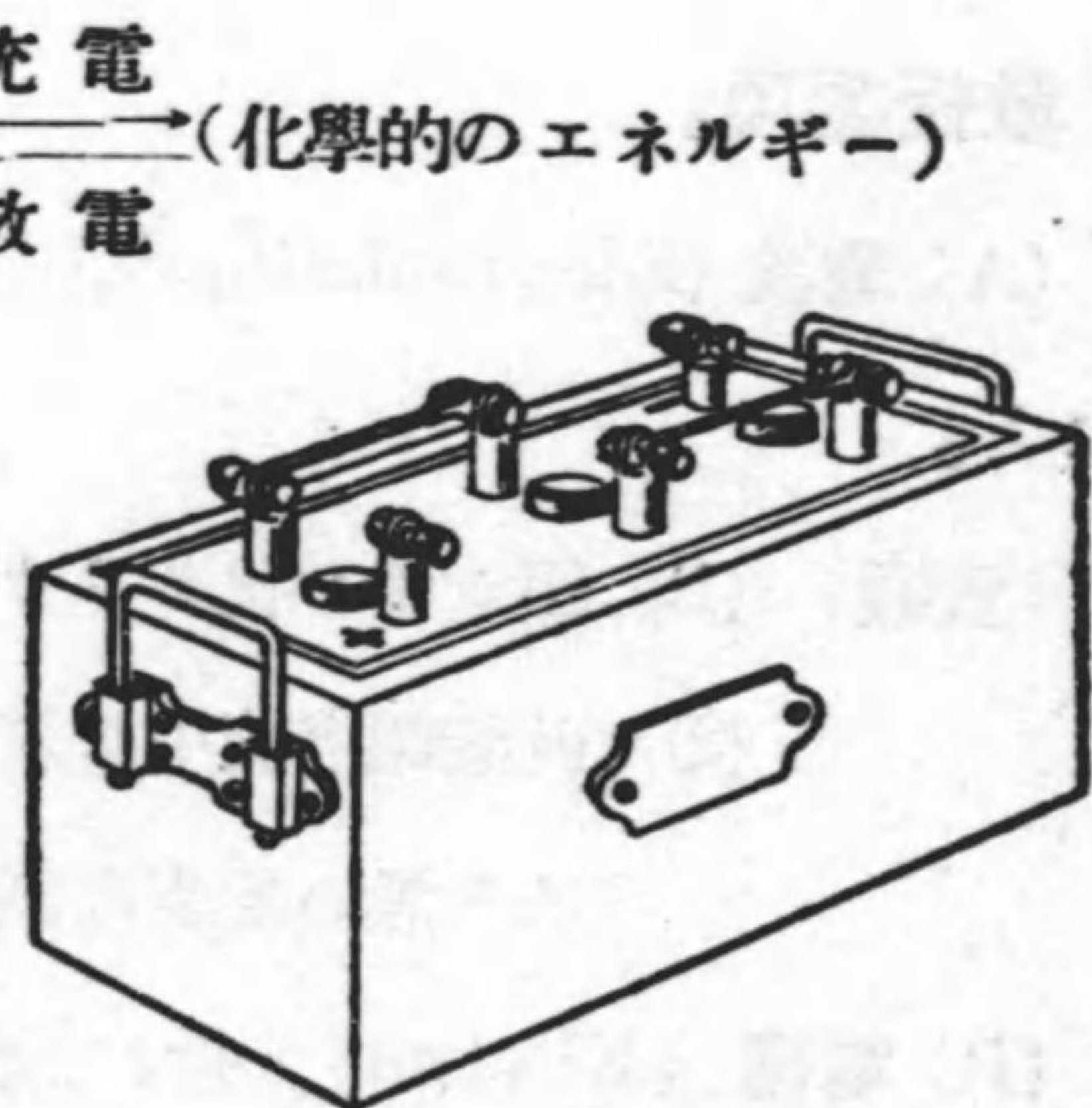
格子目に鉛の酸化物を詰めた鉛板の數枚を稀硫酸中に對立して、交互に連結した上、兩連結の間に電流を通すると稀硫酸は  $\text{SO}_4$  と  $\text{H}_2$  とに分れて各陽極及び陰極に出ます。



それで分解のため減少した筈の硫酸は再び陽極に出て來ます。

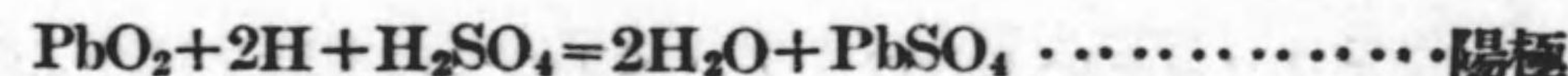
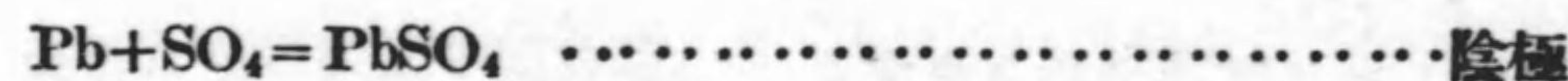
結局陰極に鉛、陽極に過酸化鉛が成生します。

(C) 充電及び放電。電流を要する時にはその兩



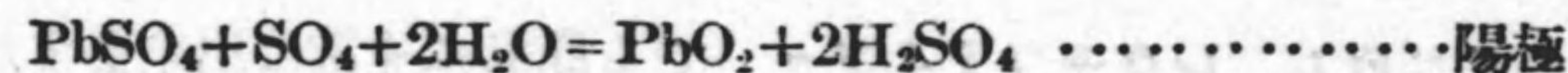
連結端から出る導線を目的物に連結すると、前と反對の方向の流れを生じ、電流の入口としての陽極は電流の出口としての陽極となります。

而して兩極に連なる板は雙方共に硫酸鉛で覆はれるやうになります。之を放電と申します。



この化學變化の進行に伴つてその原動力は次第に低下しますが、1.8 ボルト以下にまでは下げぬ方がよく、又使用して電動力の低下したものは直ちに他から電流を之に通じてその電動力を上げて置かねばなりません。

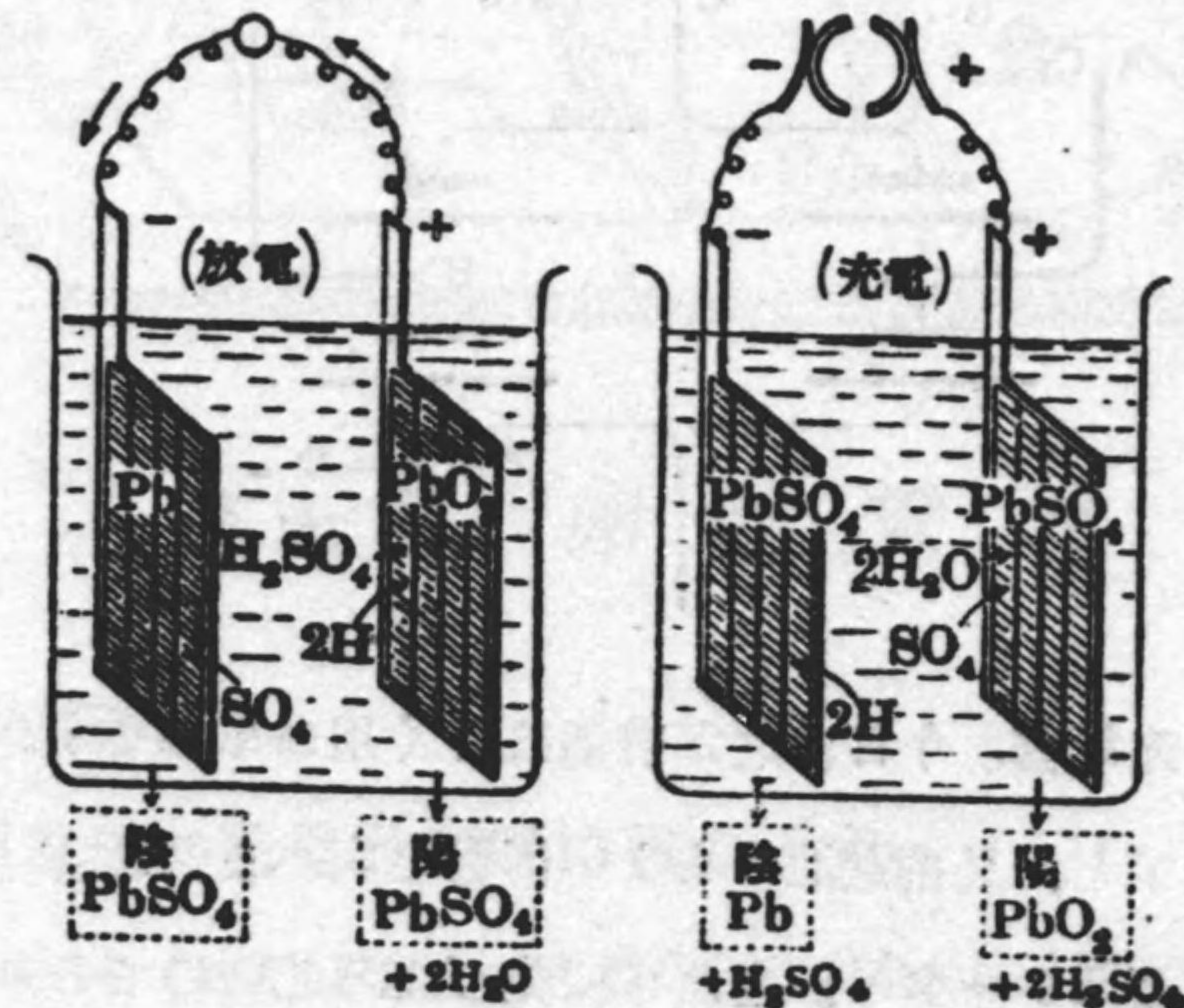
かくて再び他から電流を通すると又化學變化が電解的に進行して



の如くなります。之を充電と申します。

蓄電池は電動力が 2.4—1.8 ボルトであります、過量に使用したり長く放置すると 1.8 ボルト以下にもなります。

一度 1.8 ボルト以下にすると蓄電の量が減じ、且つ次第に電池が悪質に變





じて充電したものが自然に放電してしまふやうなことになります。

蓄電池はその内をも電流が頗る容易に通過するために強大な電流を得るのに都合よくしてあります。

(附) アンペア時。蓄電池に蓄積し得る電氣量を示すのにアンペアアワー (Ampere Hour) なる言葉があります。

例へば10アンペアアワーといふのは1アンペアづつの電流を10時間取り出せることを示すものであります。

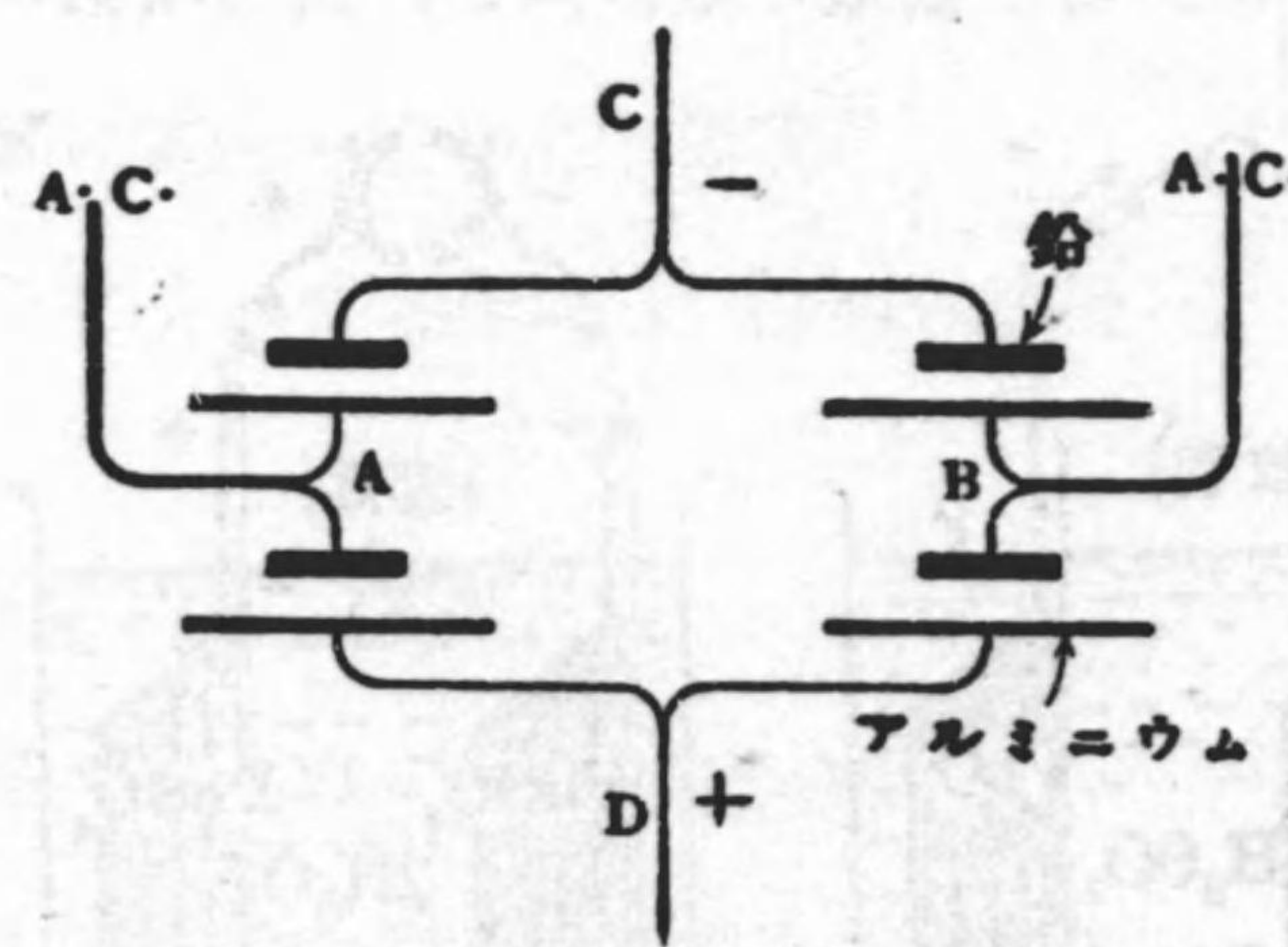
又之から2アンペアづつの電流は5時間取り出せる筈であります。

然しその電流の強さは無制限でなく或る程度以上には取り出さない方がよいのであります。この制限を最大電流といつてをります。

(II) 参考資料。(充電装置)

(A) アルミニウム、レクチファイアでも簡易に充電は出来ますが、取付け殊に後始末、掃除に困りますし、電流も弱くて好ましい結果が得られません。

併し下圖の如くその4個を合併すると比較的缺陷が少なくて済みます。

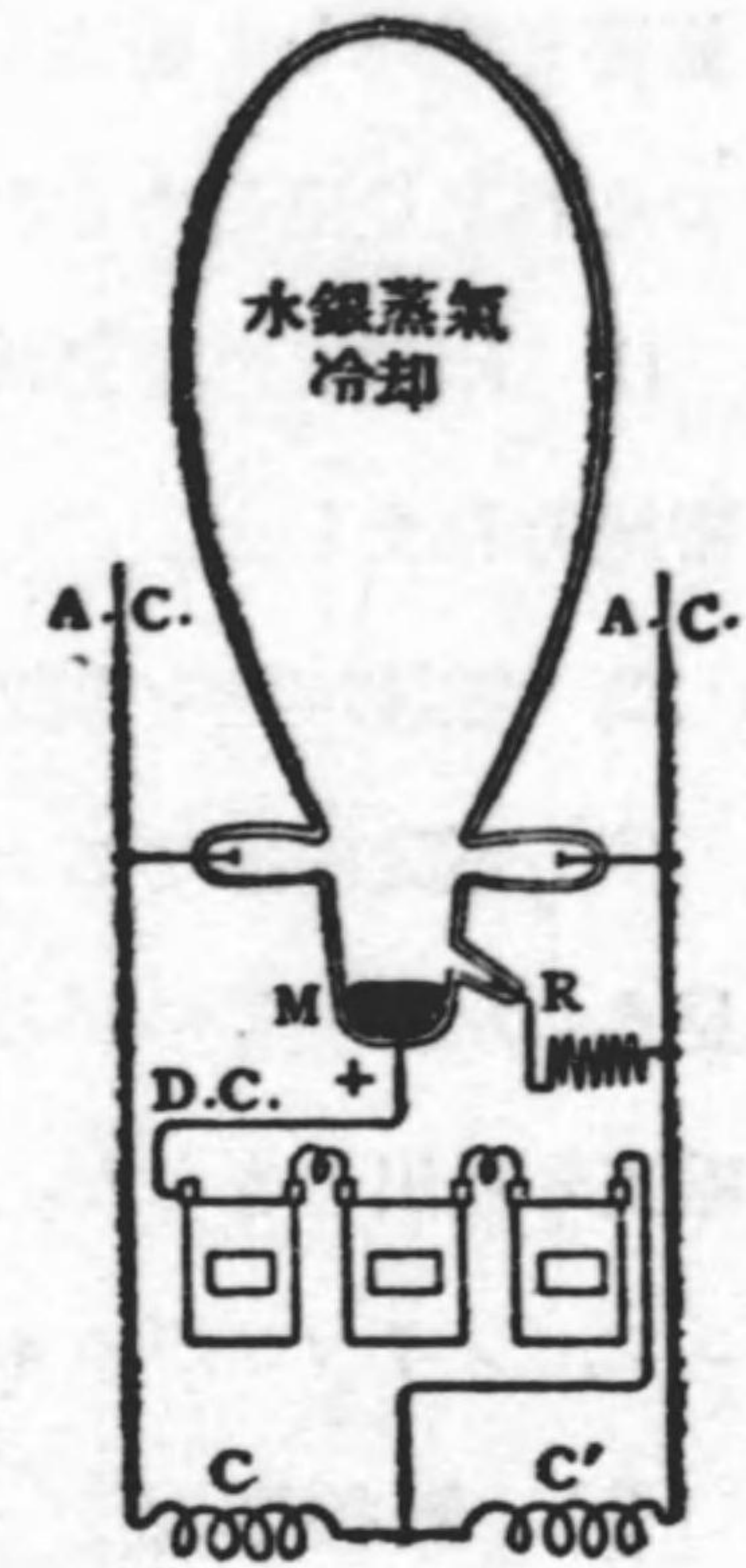


(B) タンガー充電器。今日は之が普通はよく用ひられますが価格が高いのが缺點でありますし、又蓄電池にもよい影響を與へません。

(C) モートルゼネレーター。之ならば先づよろしいのであります、高價

な點は致し方ありません。

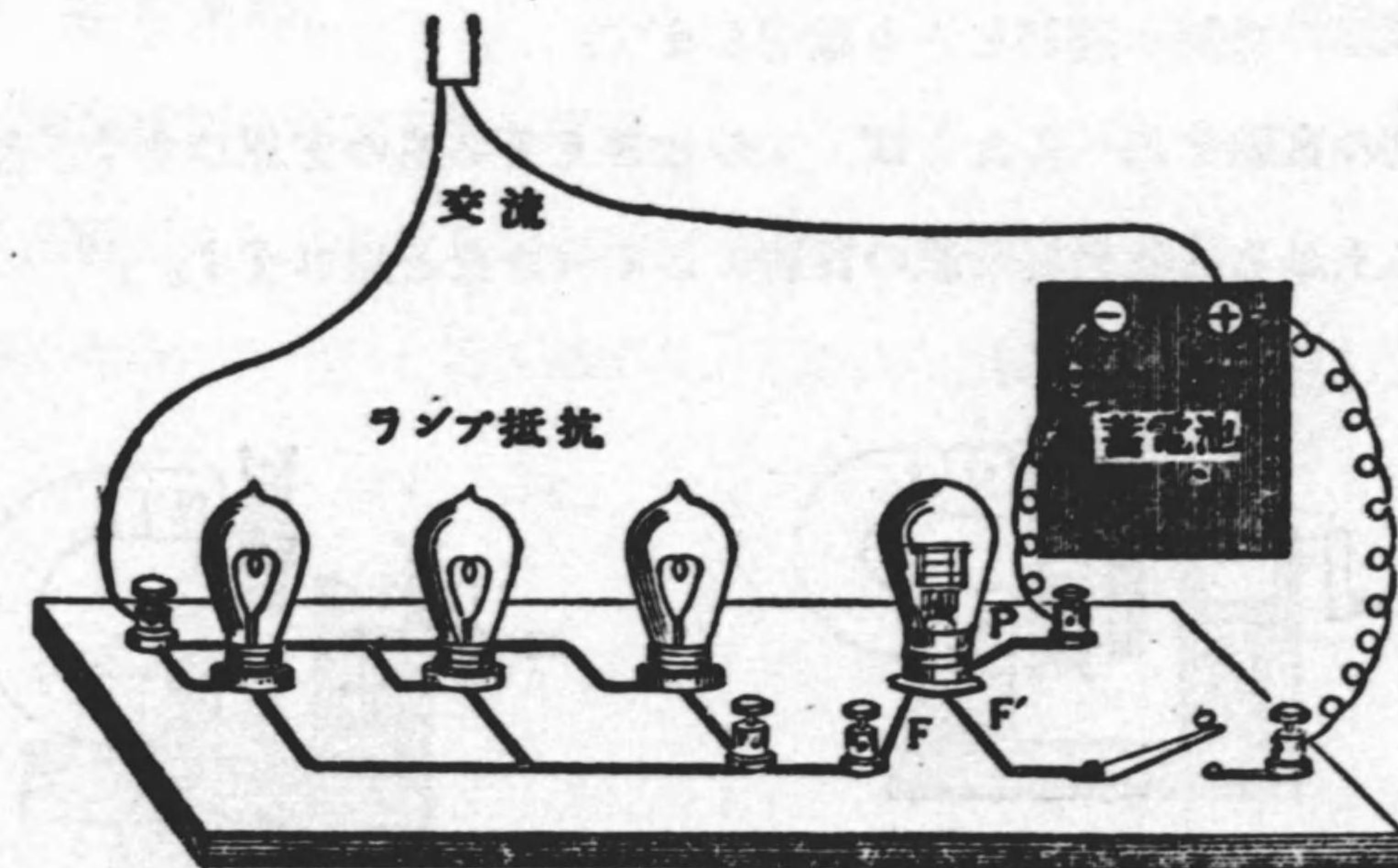
(D) 水銀整流器。右圖の如き連結で交流を送りますと、その下垂端Mが陽極となりよく充電が出来ます。



(E) 便利な充電装置の組立方。タンガーバルブを利用して下圖の如き装置を組立てますと簡単に充電が出来ます。

ランプ抵抗の多少で電流を加減することが容易であるのと、ボルトが多くても少くても比較的に自在なのが、その特徴であります。

故にラヂオ用のAもBも差別なく充電が可能です。



第七章 感應電流

頁 節  
94 99 感應電流。

(I) 感應電流の發見及び其の後の研究。

英人ファラデー (傳記は電流の化學作用の部参照) は電流が磁針に及ぼす



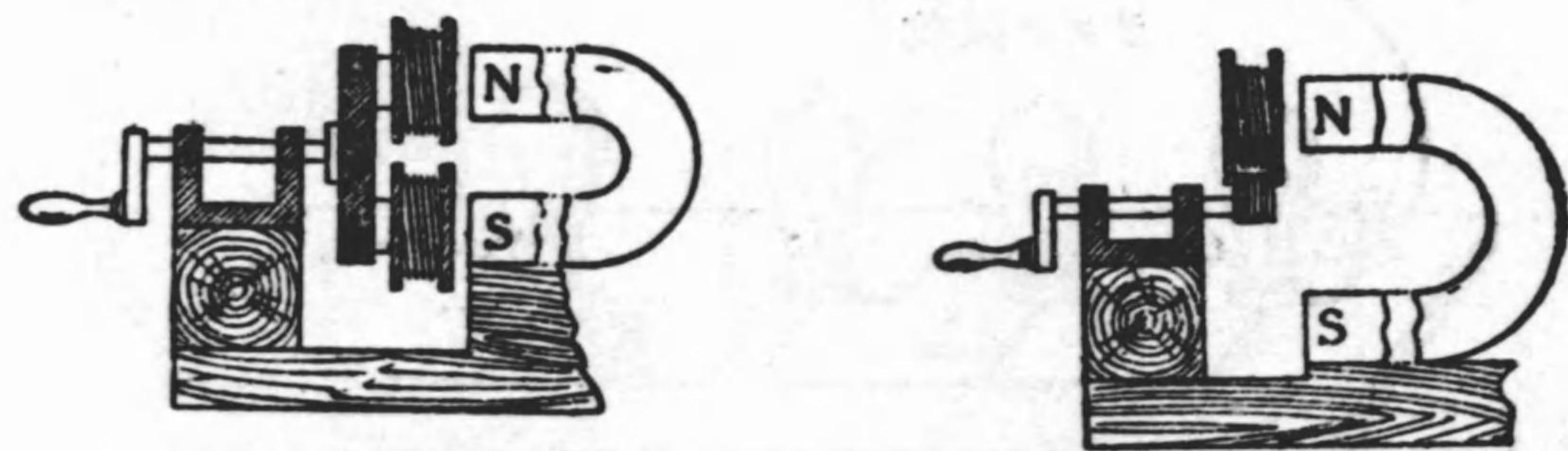
影響を逆轉して磁力が電流を生起する場合を研究し、1831年次の數種の實驗でそれを見出しました。

- (1) 兩端を電流計に連結したコイル中に棒磁石を入抜して互に相反する電流を見ました。
- (2) 電流回路を開閉して近傍の導線に互に相反する電流を見ました。
- (3) 電流の通ぜるコイルを他の回路に近遠して同様に電流の生起するのを見ました。翌年の1832年には米人ジョセフ、ヘンリーが自己感應による感應電流を見出しました。レンツは之を定律化しました。この關係は1845年フランス、ノイマンがエネルギー保存の見地から數學的に解明しました。

**(II) 教授要項。**

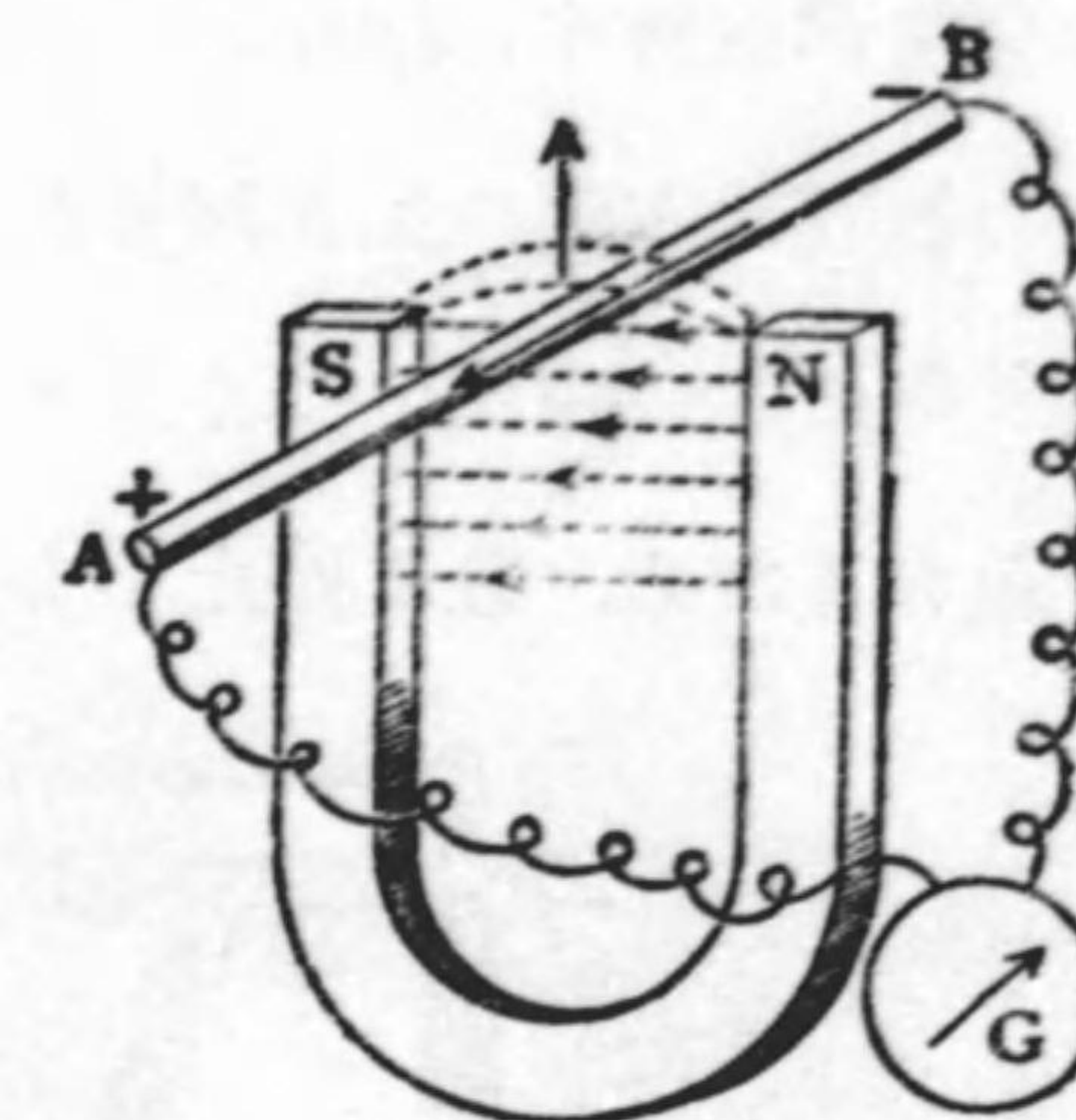
(A) 以上の史實を背景とし、教科書に圖示せる如き實驗を行ひ、教科書に於ける圖示の次第に連絡をとり説明します。

若し別の實驗を加へるならば、次の如きもよいものと思ひます。然し思想をつくる上からは教科書所載の實驗によるべきだと思ひます。



(B) 實驗の整理の意味でレンツの定律を出し、凡てを之に總合します。そのためには教科書の191圖が最も適切なものと思ひます。

(C) 實驗と併行して感應動電力の大きさに影響する諸項を説明します。若しフレミングの右手の法則を加へて電磁感應を説明するならば次圖の如きも面白く扱はれます。



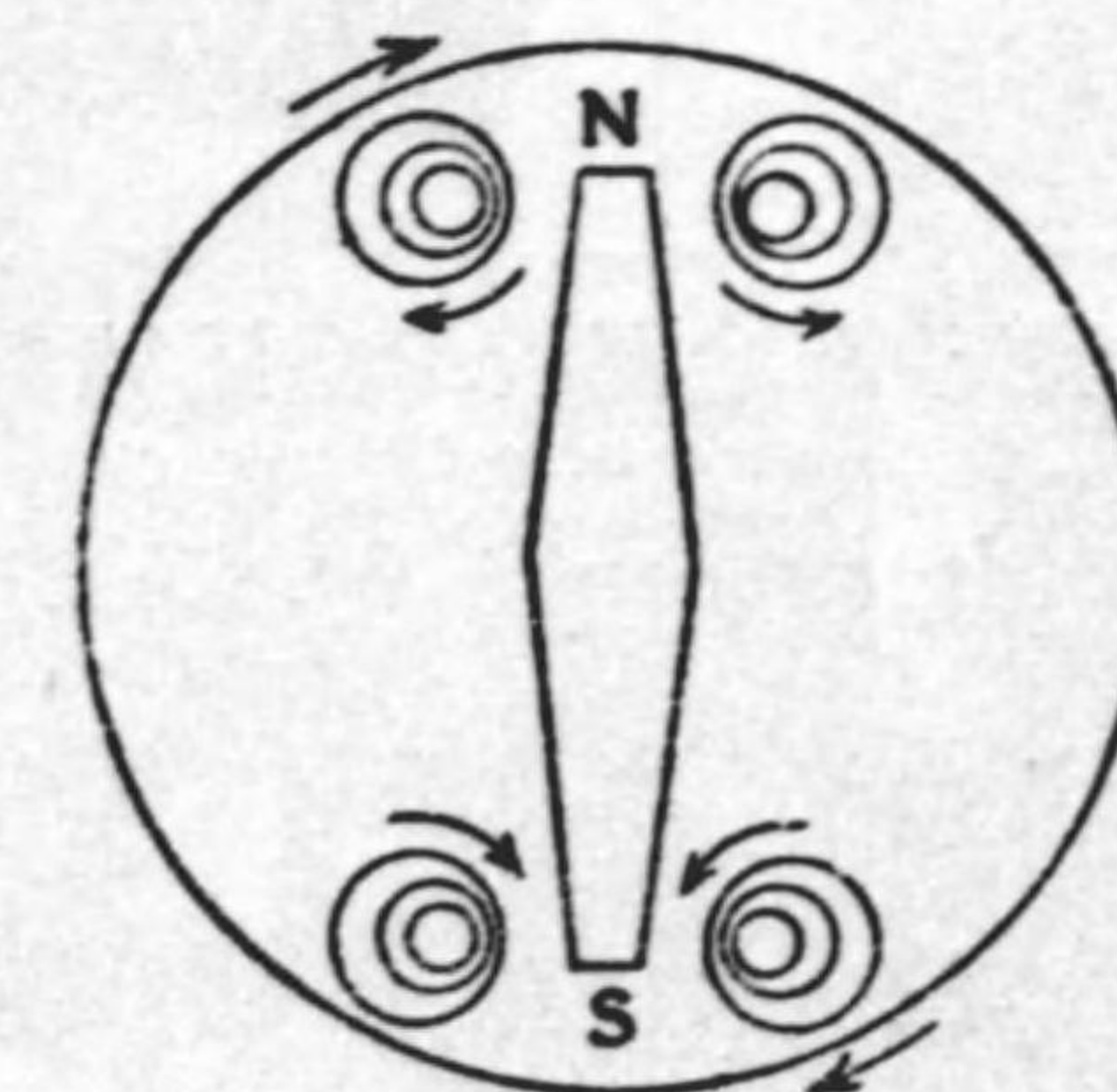
フレミングの右手の規則に歸納せしめるには次々の各節との關係をも考へて、次の如く各指を臨時屈して考察し得る程度に習熟させることが必要かと思ひます。



**(II) 參考資料。**

(A) 金屬板に生起する感應電流。

速く廻轉してをる銅板を蹄形磁石で挟むとその廻轉が遅くなり、磁針の下に銅圓板を置いてそれを速く廻すと、その上の磁針までが廻轉し出します。



(アラゴの實驗器)

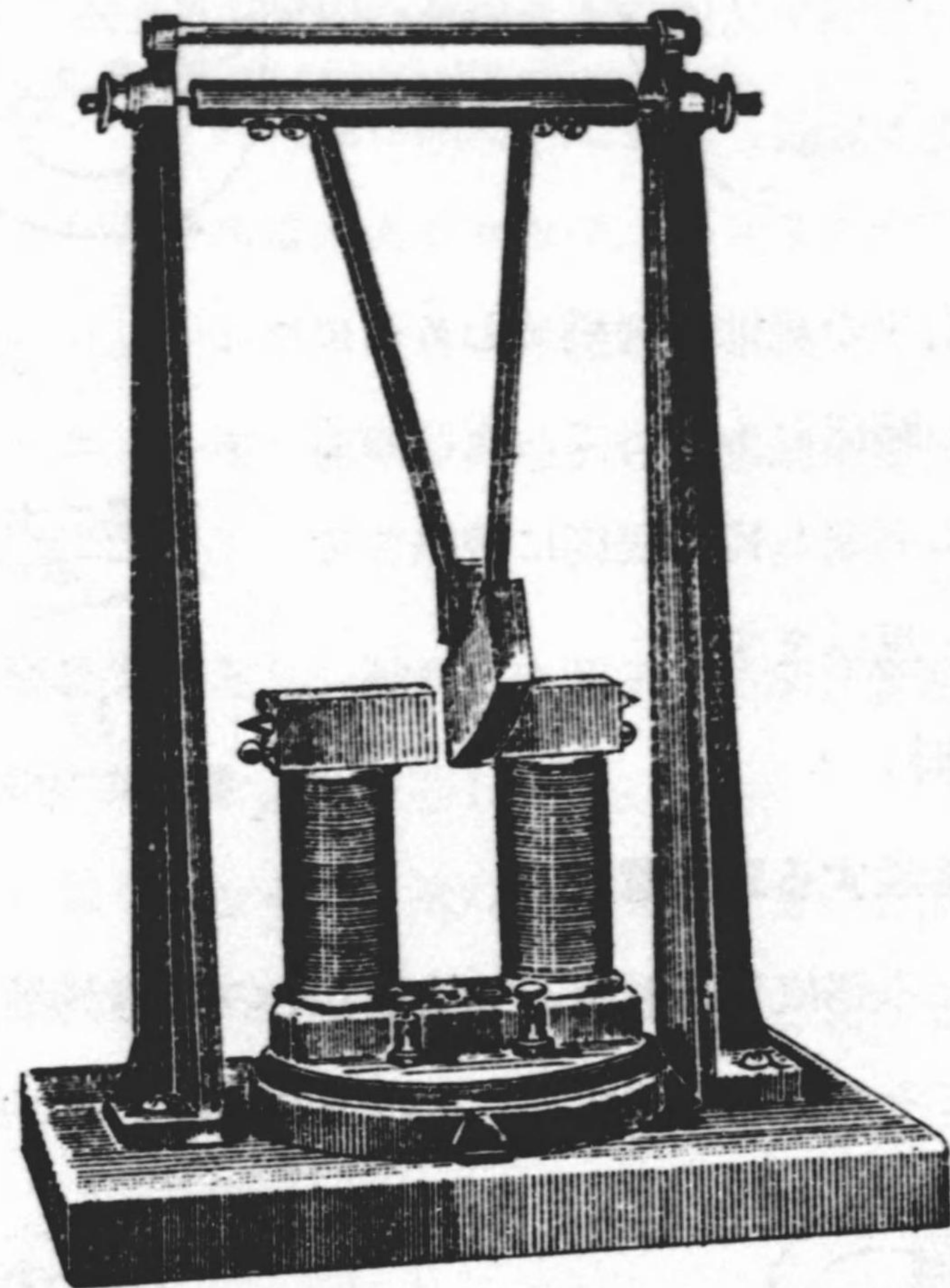
それは磁場の磁力線を切つて銅板が速く動くために、そこに圖の如き感應電流を生じ、それがその運動を妨げる如き方向を取るためであります。

前者はそのために運動を禦制せられ、後者はその感應電流を起す原因にな



つた磁針自身が廻轉する銅板に引かれて廻り出すのであります。

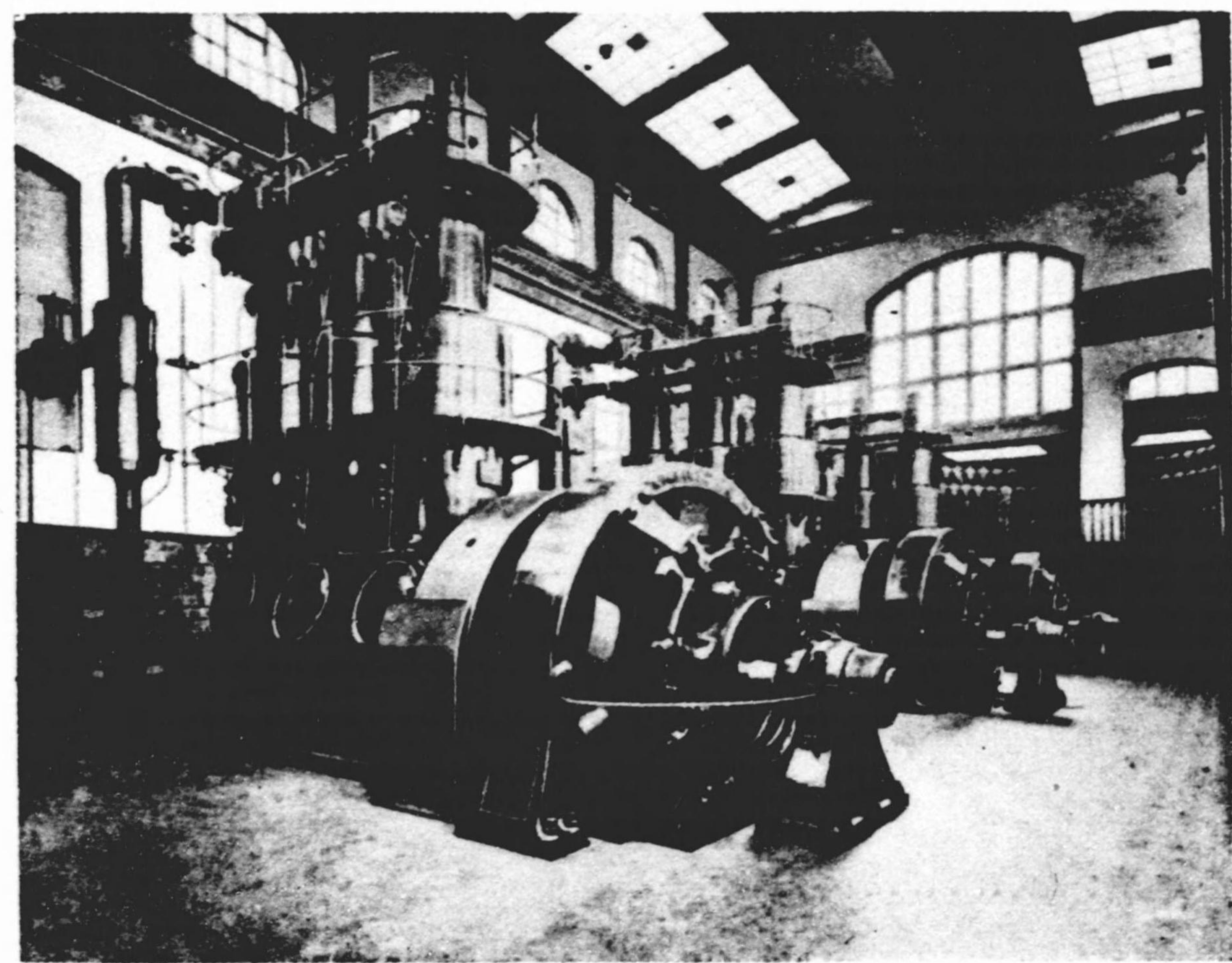
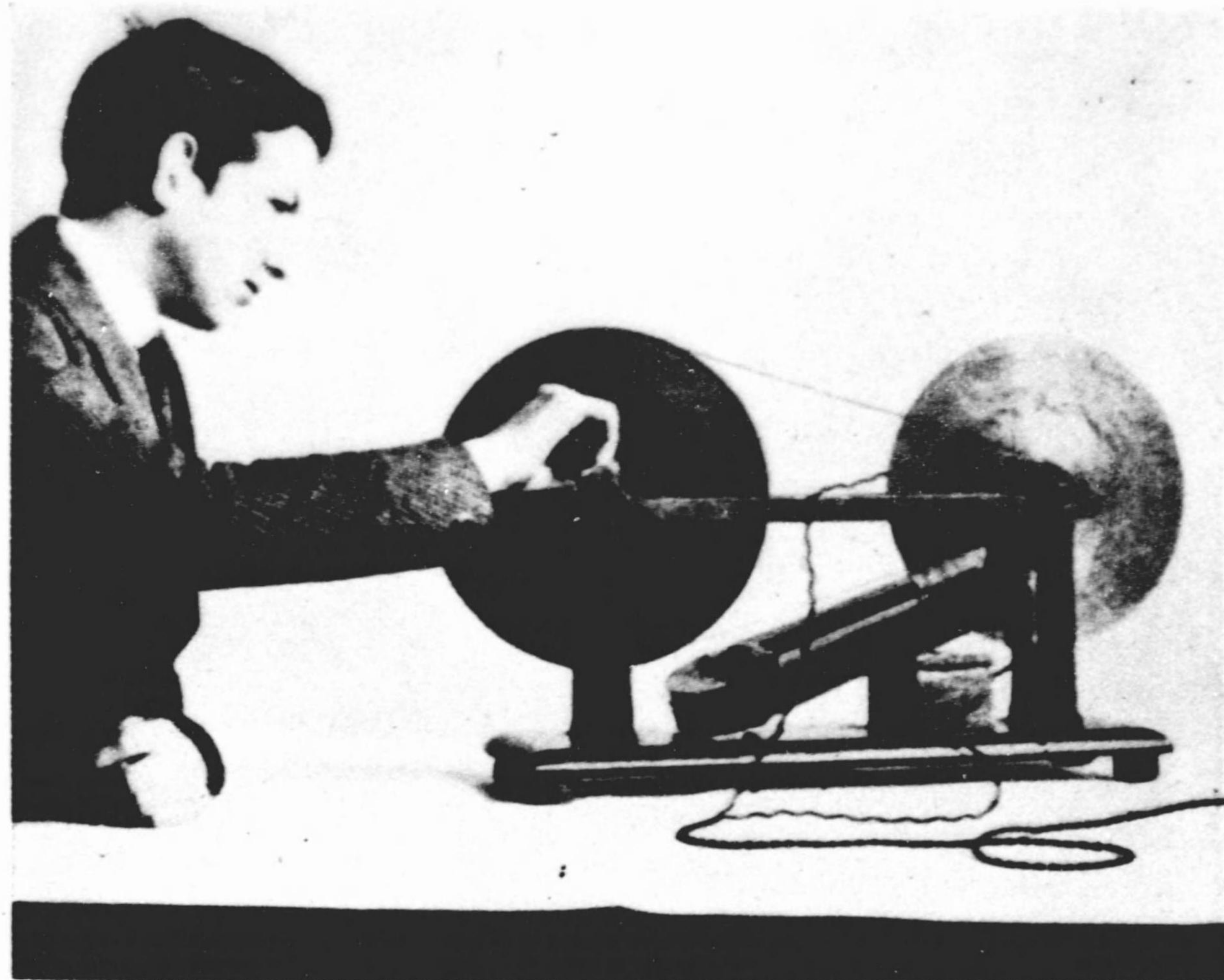
電磁石の極間に下圖の如き銅製のハンマーを振動させて置いて、電磁石に電流を送り急に強い磁場をつくと、ハンマーには感應電流が起つてその運動が妨げられるため、急に停止します。



このやうな金属板や金属塊などに起るこの種の感應電流をフーコー電流 (Foucault current) といひます。

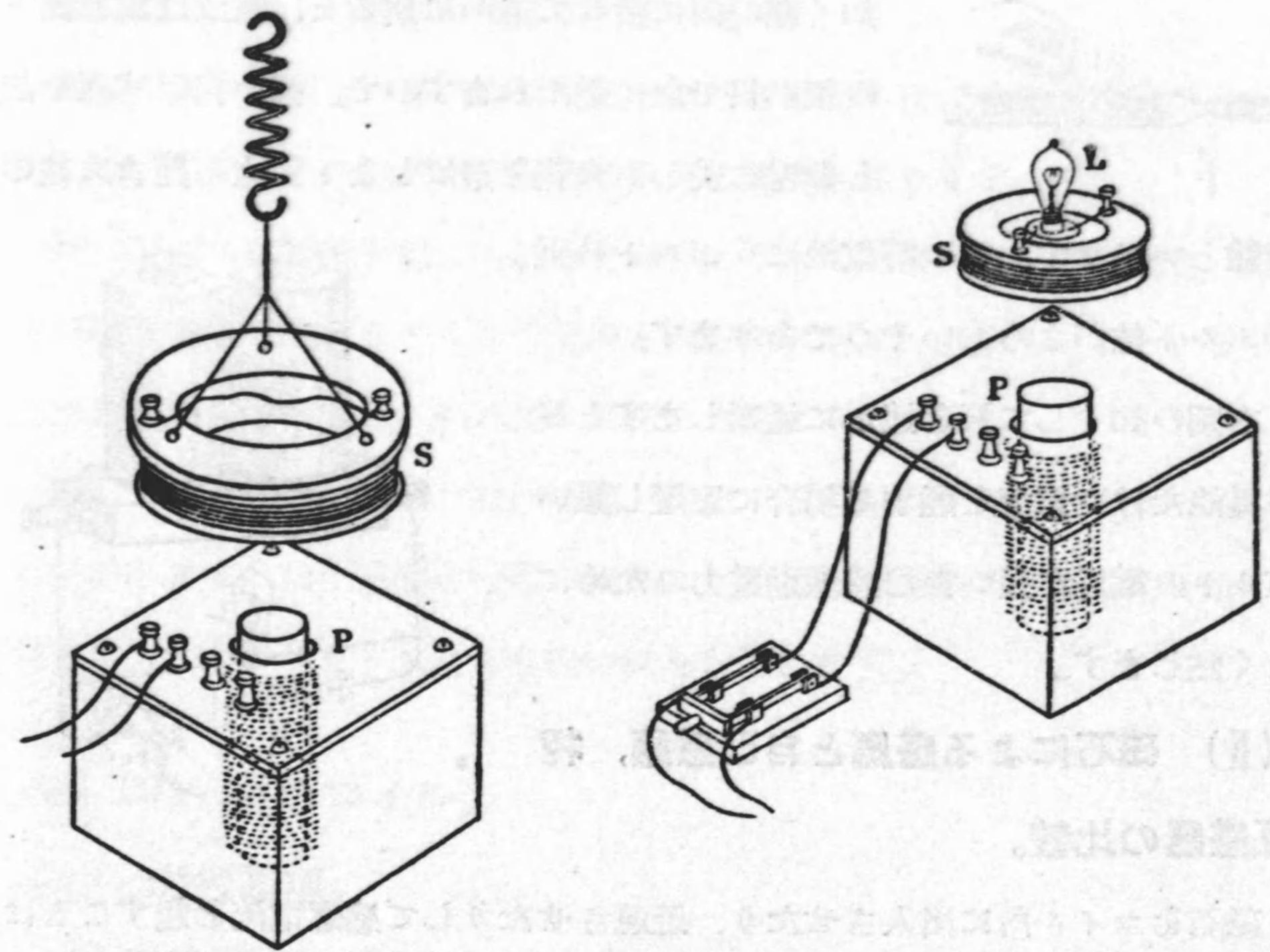
(B) このやうな電磁石に交流電流を送つて磁場をつくることにすると、感應電流の起るべきものの方は運動を與へなくてもよい譯であります。次圖の如きがそれで、その下方のPに交流を送つて、その周波數に應ずる如き磁場の變化を起すと、上方のコイルには感應電流を生じて或は引斥關係によりそれが振動し、又その回路に挿入してをる電燈が発光します。





フアラデーの感應電流に関する研究(上)と  
それより誘導せられた完成せる發電機(下)

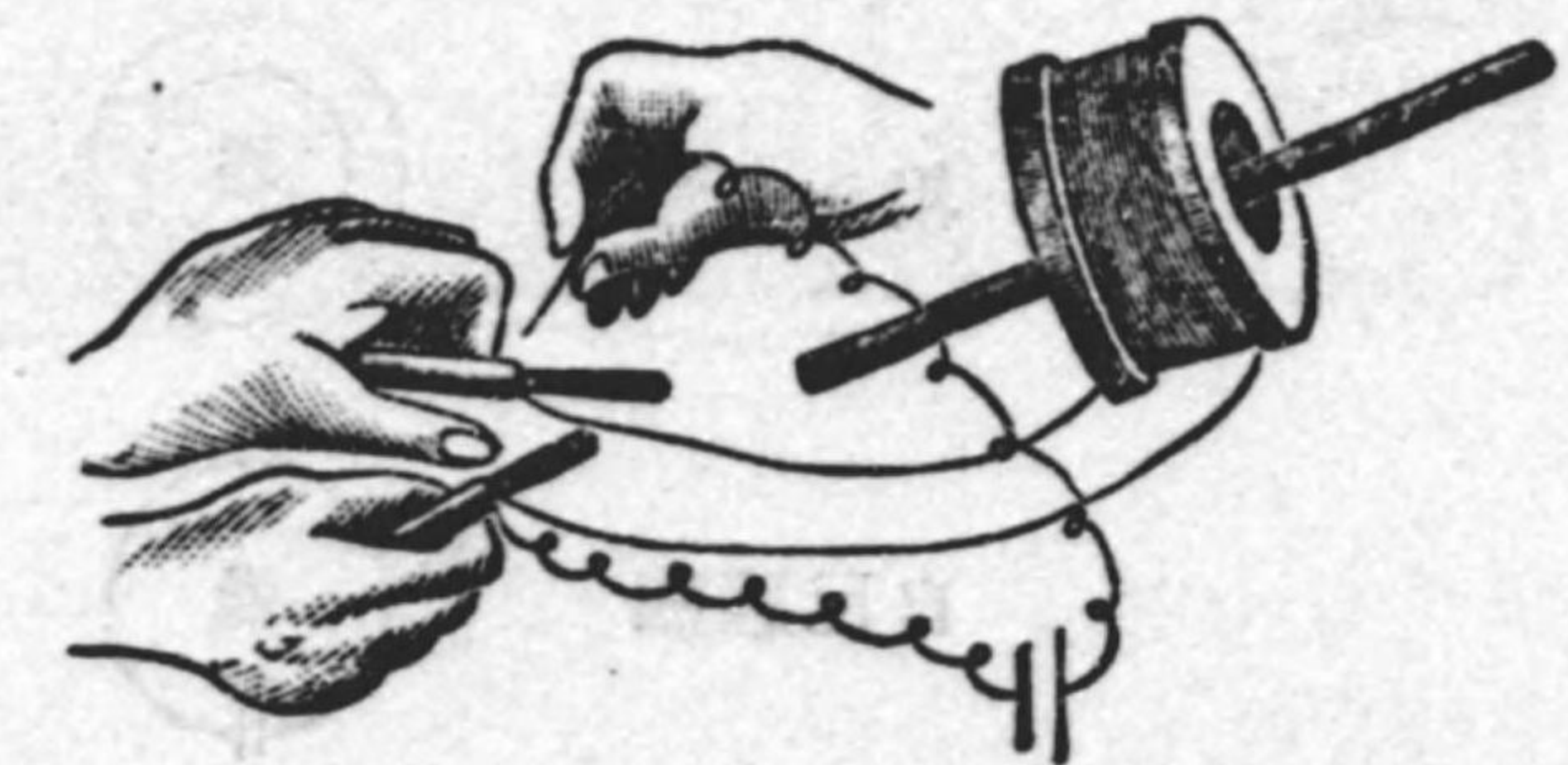




頁 節  
95 100 自己感應と相互感應。

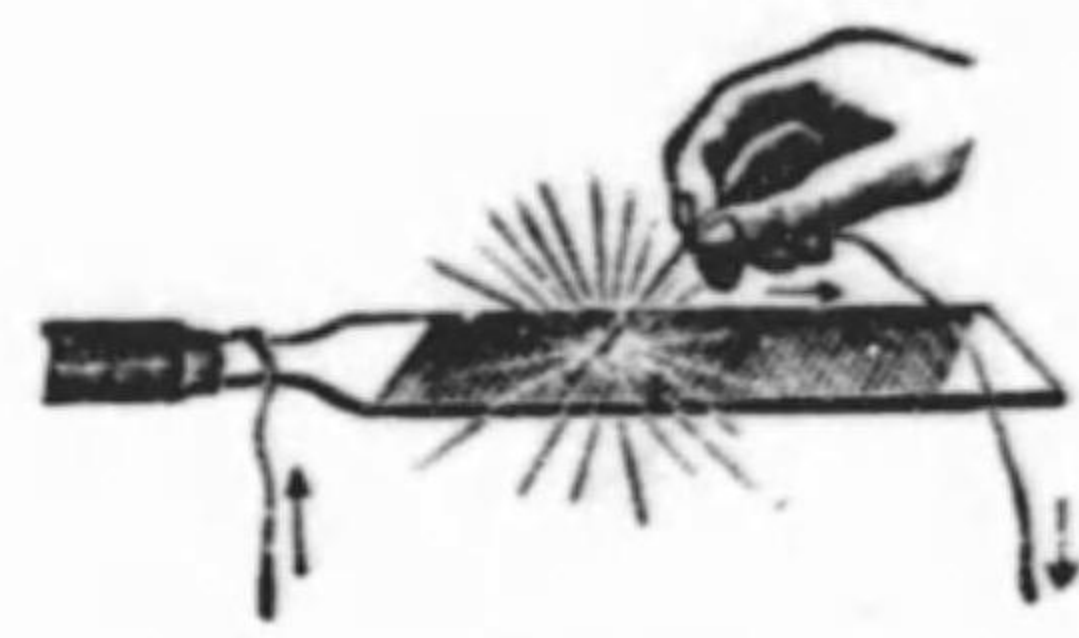
(I) 自己感應に関する實驗。

次の圖の如く捲数の多いコイルを2個の金屬導子に連接し、その金屬導子を一實驗者に持たしめた上、電池よりの電流を圖の如くして通絶せしめると、導子を持つる實驗者は電流を絶つ場合に生起する強い自己感應の電流を感じます。この時そのコイル内に軟鐵心を挿入すると更に強い感じが起ります。生徒實驗等で之を2本、3本と増すと面白い結果が見られます。



又電池の兩極の内、一方を鐘に連結し、他極より導いた導線を持ち次圖の

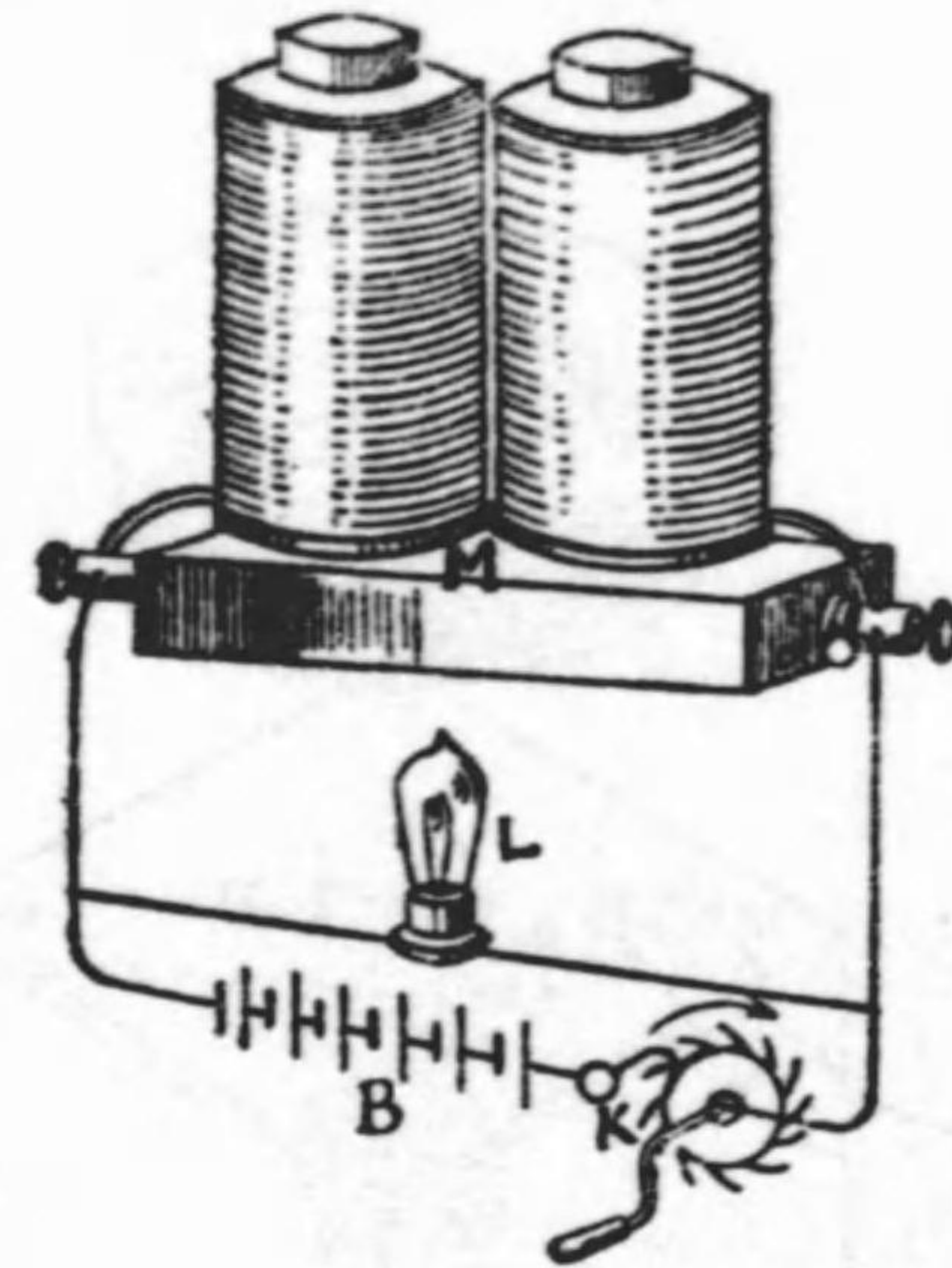




如く鑪の面に沿うて速かに摺ると、電流は齒と齒との切れ目で急に絶たれますので、強い自己感應を起し非常に美しい火花を飛ばします。之を開き火花の

實驗といひます。この時電池は6ボルト乃至10ボルト位がよろしいやうであります。

右圖の如くしてKを速かに通断しますとBの電池だけで電流を通ずる場合に點燈し難いボルトの電燈が強い自己感應動電力のためによく點じます。

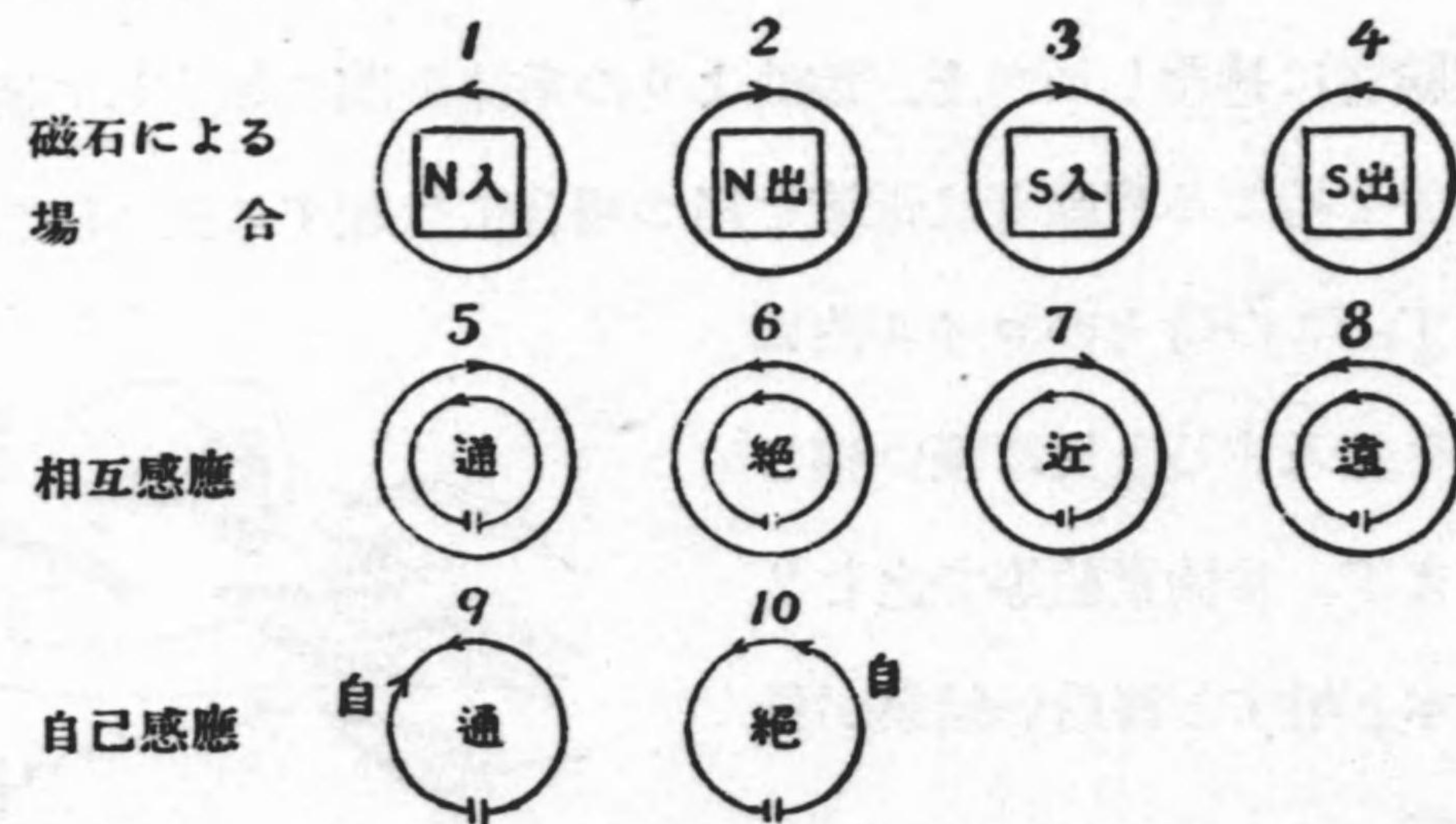


(II) 磁石による感應と自己感應、相互感應の比較。

磁石をコイル内に入出させたり、近遠させたりして感應電流を起すことは電磁感應ではありませんが相互感應とは申しません。

相互感應とは原因をつくる方も、感應電流の起る方も共にコイルの場合のことです。

次の如き圖示によるのが簡明でよいと思ひます。



(III) 問題の取扱。

96頁問 1. (I) の實驗に併せて前述の通り。

問 2. 通ずる場合には磁場の變化を妨げる方向の自己感應の電流が出來ます、即ち方向反對の電流が瞬時的に出來て電流を弱めます。

絶つ瞬間には電流を絶つて磁場を弱めようとする事に反對する電流、即ちその瞬間磁場を強めるやうな主電流と同方向の電流が出來るのでありますから感應電動力が増大し、切れ目に火花を生じます。

(附) 自己感應の説明。自己感應で生起する感應電流を特に餘流といふことがあります。自己感應を物體の慣性になぞらへて靜慣性と動慣性の如く説明する方法があります。之も面白い試みと思ひます。

頁 節 96 101 感應コイル。

(I) 教授要項。

(A) 要部の説明。教科書に圖示する如き普通に使用してをる感應コイルは1850年 Ruhm-Korff 氏の案出したもので、之をルームコルフの感應コイルと呼びます。

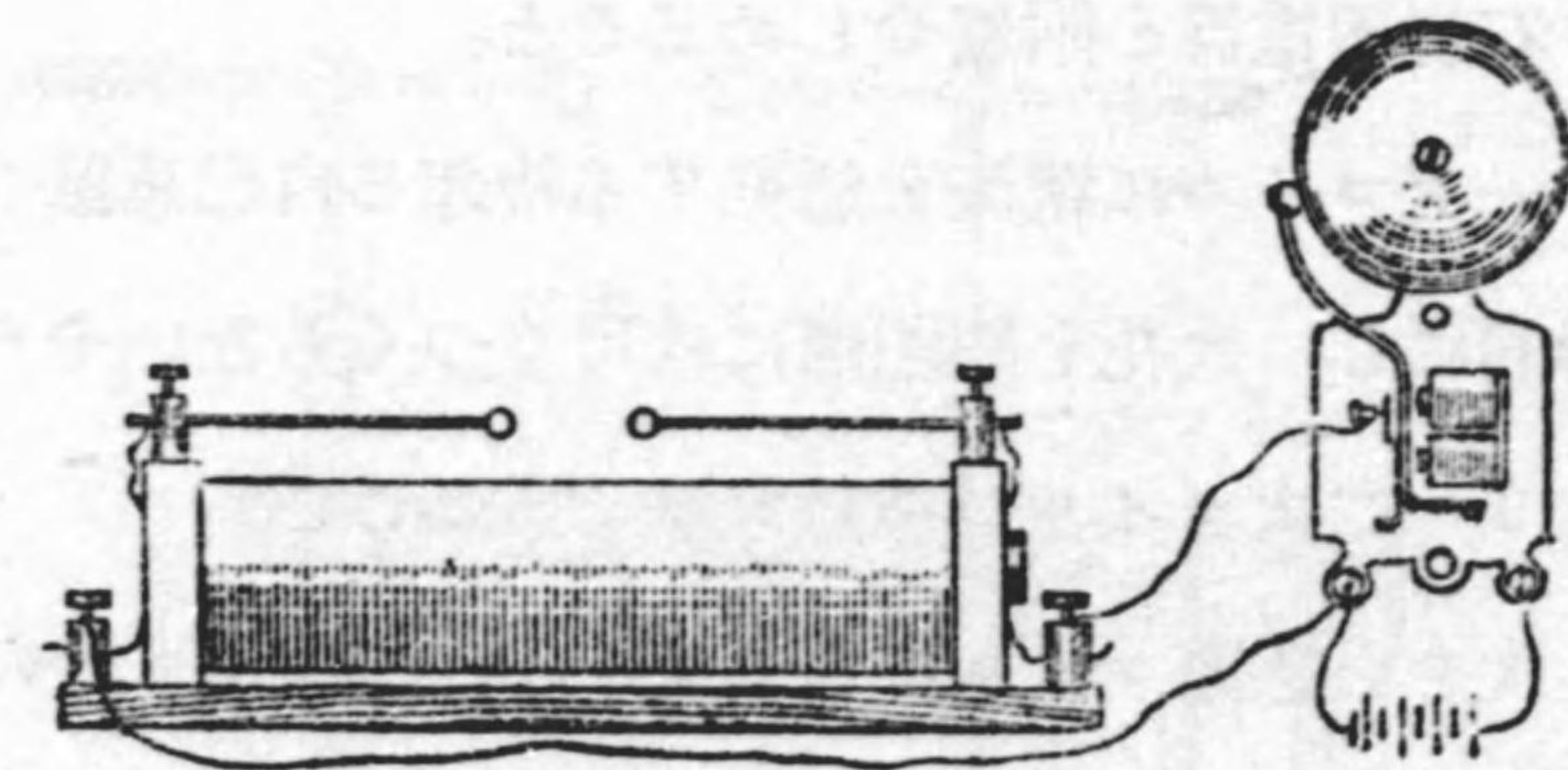
軟鐵心、一次コイル、二次コイル、断續部、蓄電器(後の説明に加へること。)

(B) 作用の説明。

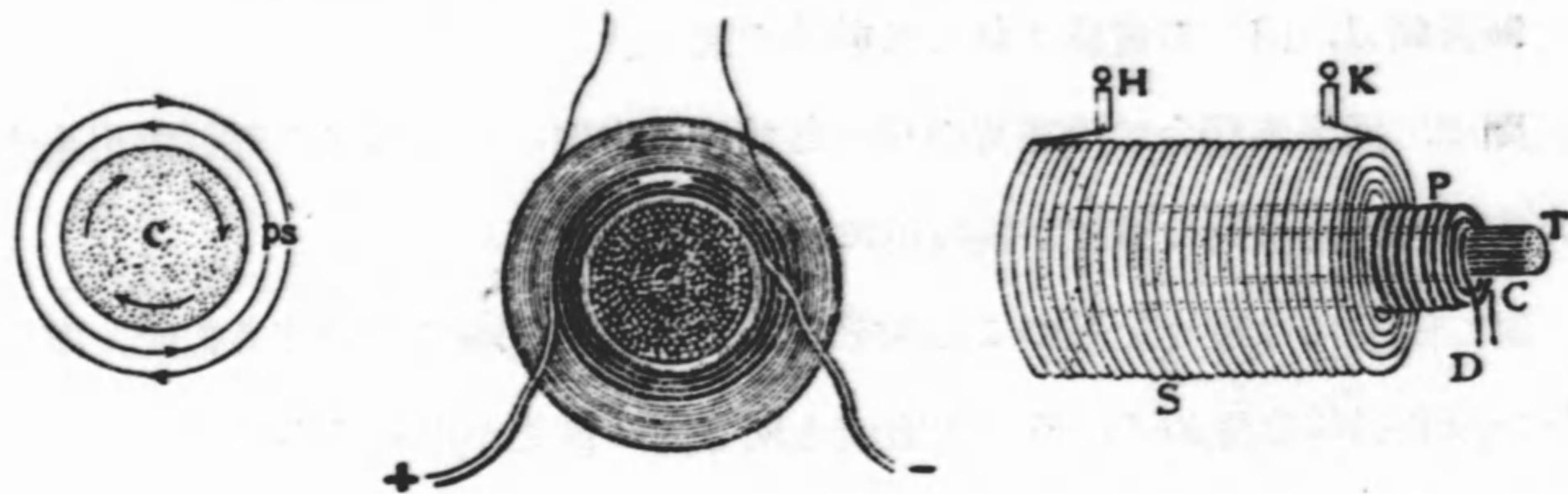
電鈴の断續作用を絲口にとり断續の模様の説明。

一次コイルへの電流の通絶で二次コイルに感應

電流の起る次第を推究せしめます。







感電コイルを有効ならしめる条件。

(1) 一次コイルで作られる磁力線の成可く多くに二次コイル内を通過せしめること。

- 二次コイルの切口の大きいこと。
- 一次コイルの電流を大にすること。
- 一次コイル内に各絶縁した軟鐵の束よりなる軟鐵心を入れること。

(2) 一次コイルの開閉を出来るだけ急速にすること。

開閉器の構造	弾性金屬片は 1 秒間に 15 ← → 20 回	
	水銀開閉器	30 ← → 40 回
	ウェネルト開閉器	50 回内外

(硫酸中に浸した鉛板と白金線)

石蠟蓄電器を附属せしめること。

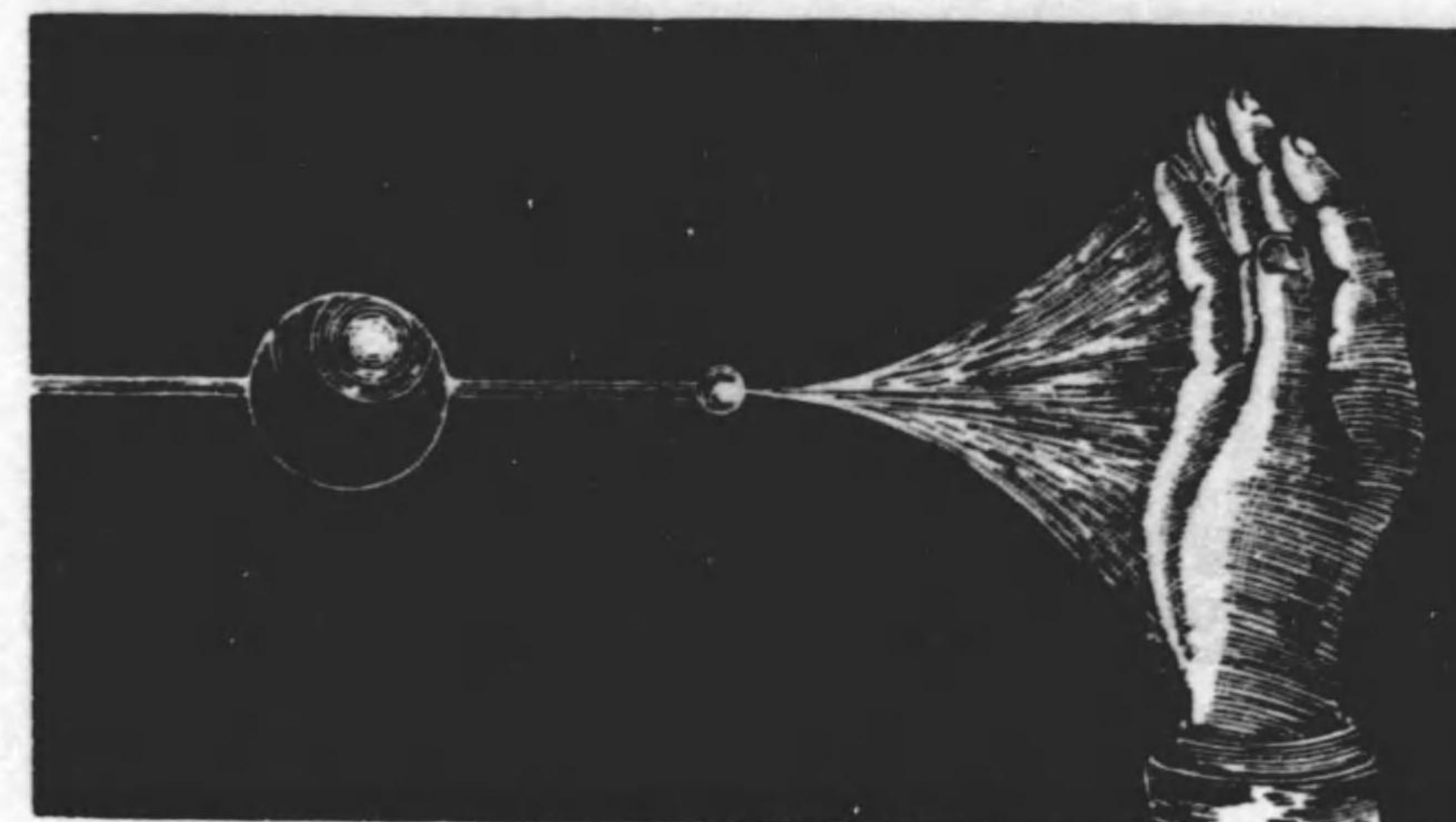
一次コイルに電流を通絶する時起る自己感應の動電力を吸収して通絶を瞬時的にし、火花を開閉部に成可くつくらないやうにする役目をします。

(3) 二次コイルの捲数を多くすること。

大きい感電コイルになりますと、二次コイルの延長が 20km とか 50km とかいふやうに非常に長いものであります。

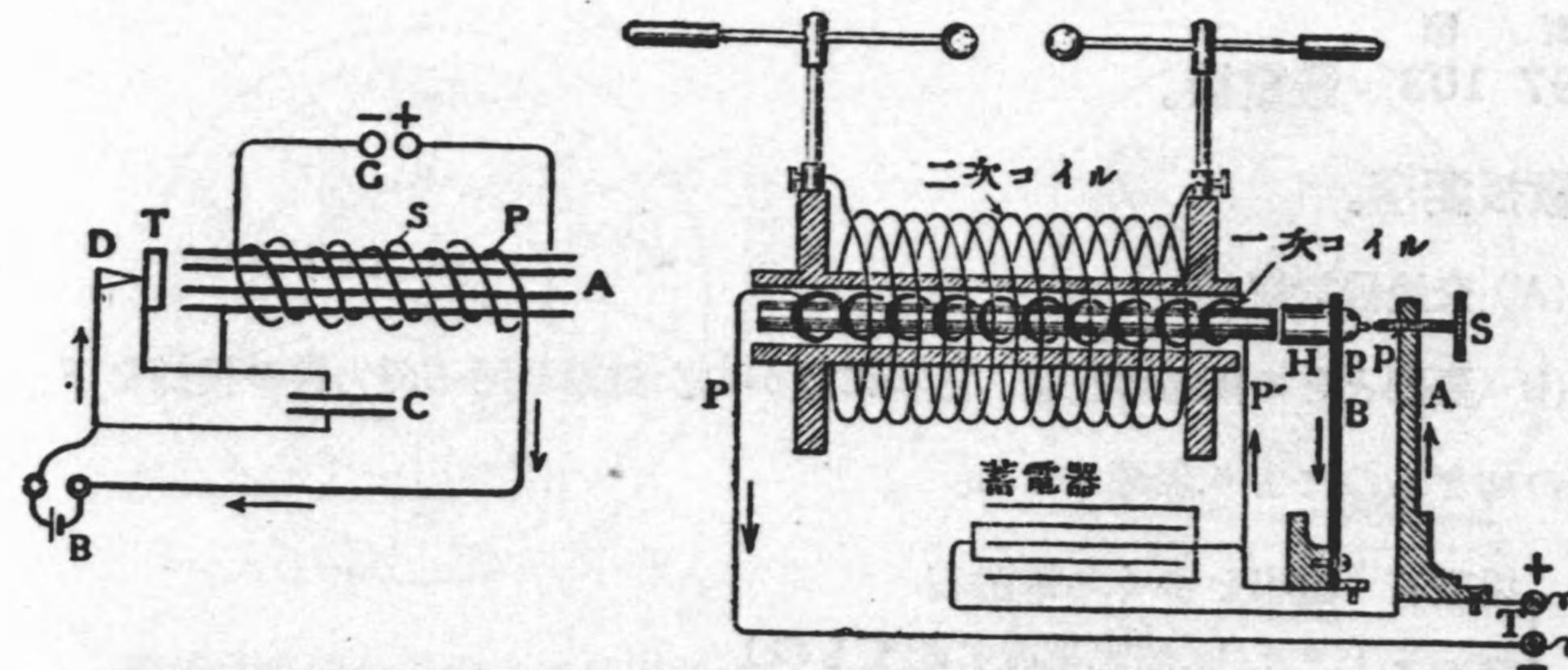
(C) 極の陰陽。一次コイルの電流を絶つ場合の方が、通ずる場合よりも自己感應の関係で瞬時的には變化が大でありますから、感電動電力が大になります。

故に一次コイルの電流を絶つ場合の二次コイルに於ける陽極を感電コイルの陽極とします。



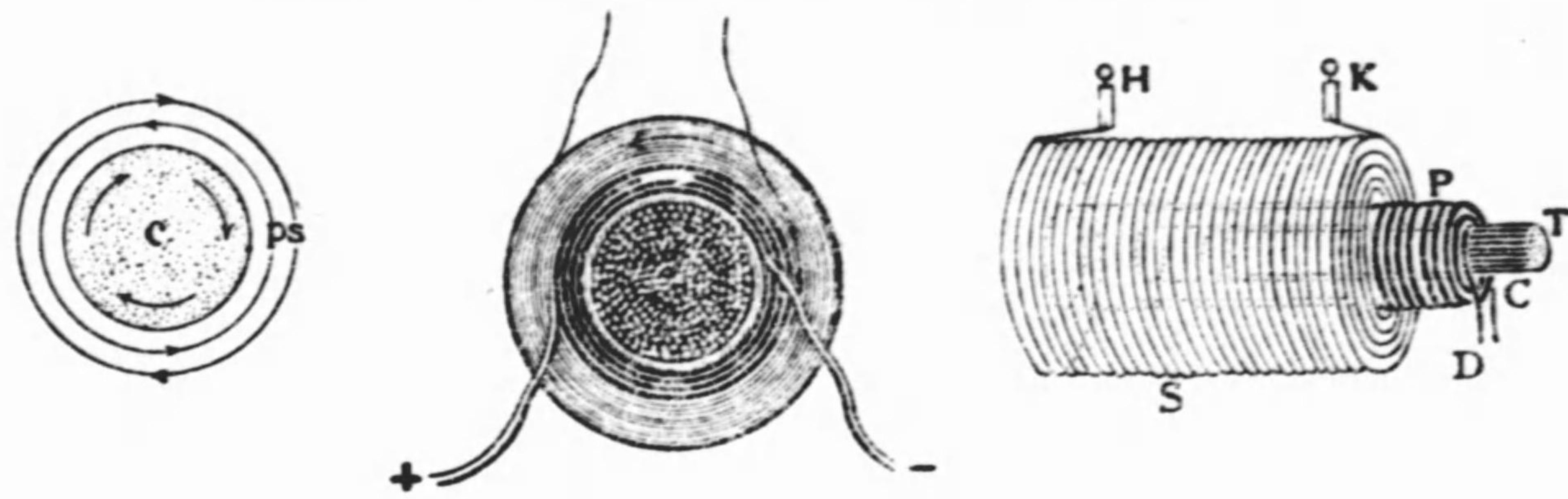
(II) 附 (A) 斷續部の火花 は禁物であります、どの感電コイルも多少は起ります。元來火花放電は一種の電流と見るべきで、火花が飛ぶ間はやはり電流の切れないと同一の結果となり、「有効ならしめる条件の(2)」に反することとなります。

この火花は一種の開き火花で、自己感應のために起るものでありますから石蠟蓄電器を附属せしめて之を除き、又開閉器の構造を適當にして之を避ける手段が採られる譯であります。



B. 二次コイルの抜差でコイル内の磁場の變化する度を増減する装置 に





感應コイルを有効ならしめる条件。

(1) 一次コイルで作られる磁力線の成可く多くに二次コイル内を通過せしめること。

- 二次コイルの切口の大きいこと。
- 一次コイルの電流を大にすること。
- 一次コイル内に各絶縁した軟鐵の束よりなる軟鐵心を入れること。

(2) 一次コイルの開閉を出来るだけ急速にすること。

開閉器の構造	弾性金屬片は 1 秒間に 15 $\leftrightarrow$ 20 回
	水銀開閉器 30 $\leftrightarrow$ 40 回
	ウェネルト開閉器 50 回内外

(硫酸中に浸した鉛板と白金線)

石蠟蓄電器を附屬せしめること。

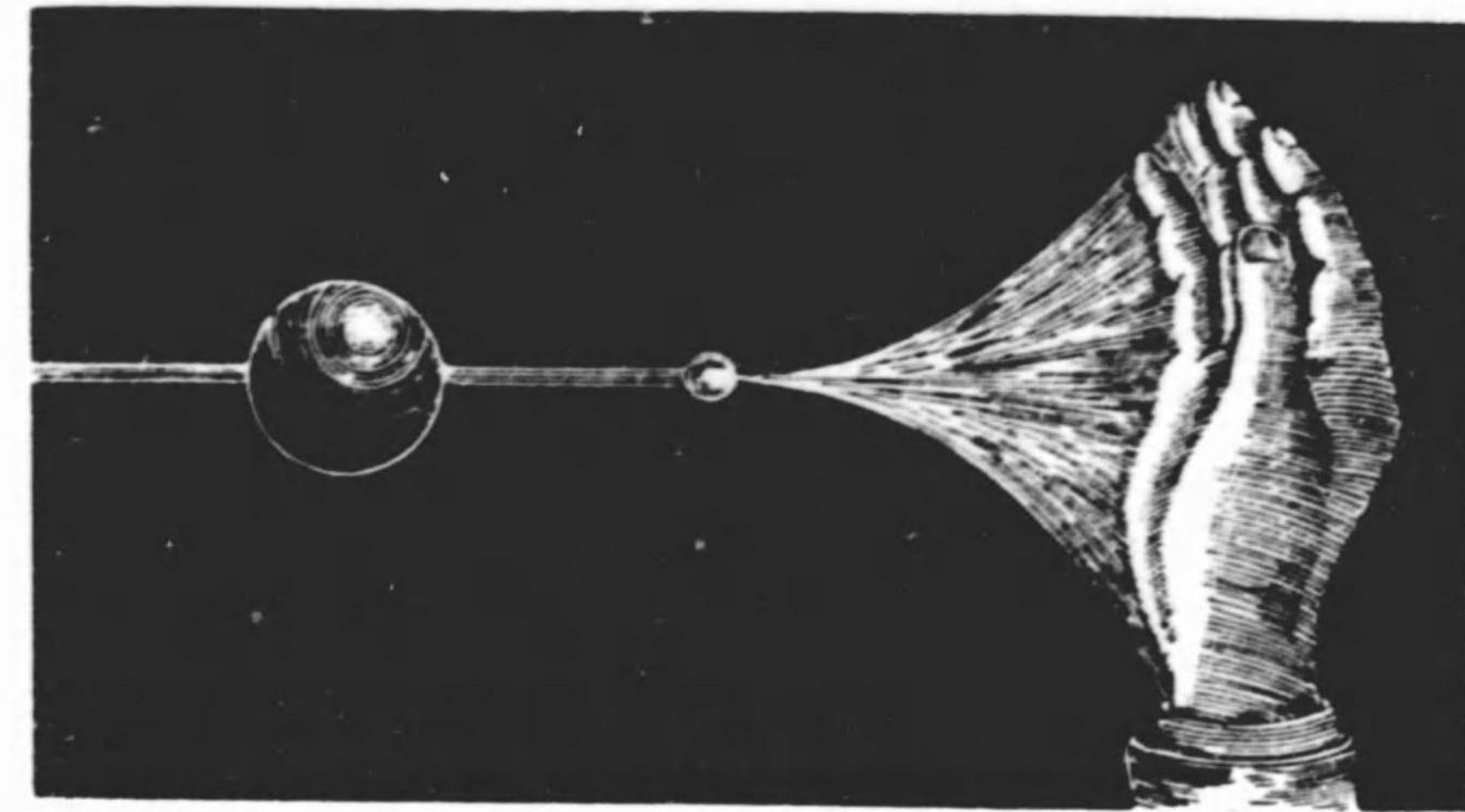
一次コイルに電流を通絶する時起る自己感應の動電力を吸収して通絶を瞬時的にし、火花を開閉部に成可くつくらないやうにする役目をします。

(3) 二次コイルの捲数を多くすること。

大きい感應コイルになりますと、二次コイルの延長が 20km とか 50km とかいふやうに非常に長いものであります。

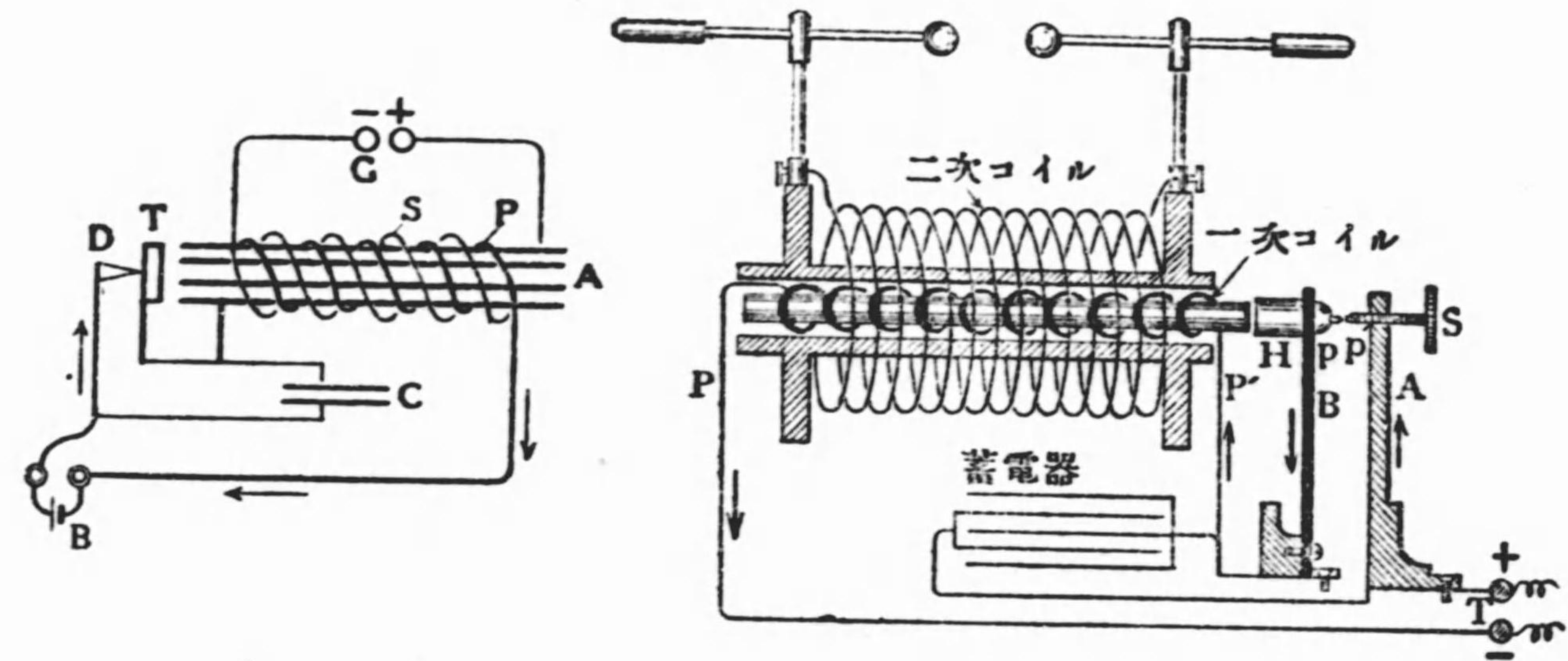
(C) 極の陰陽。一次コイルの電流を絶つ場合の方が、通する場合よりも自己感應の関係で瞬時的には變化が大でありますから、感應動電力が大になります。

故に一次コイルの電流を絶つ場合の二次コイルに於ける陽極を感應コイルの陽極とします。



(II) 附 (A) 斷續部の火花 は禁物であります、どの感應コイルも多少は起ります。元來火花放電は一種の電流と見るべきで、火花が飛ぶ間はやはり電流の切れないと同一の結果となり、「有効ならしめる条件の(2)」に反することとなります。

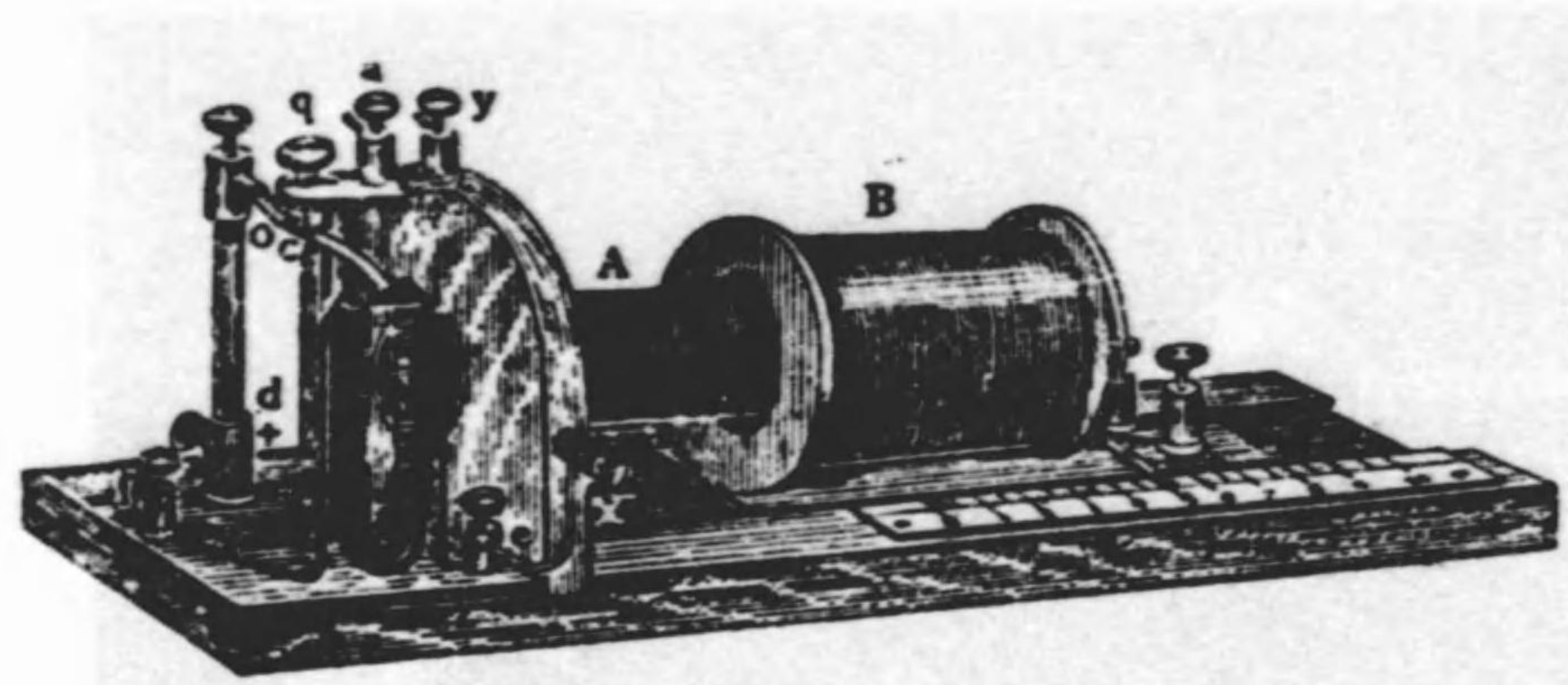
この火花は一種の開き火花で、自己感應のために起るものでありますから石蠟蓄電器を附屬せしめて之を除き、又開閉器の構造を適當にして之を避ける手段が採られる譯であります。



B. 二次コイルの抜差でコイル内の磁場の變化する度を増減する装置 に



より、二次コイルの感應電流を把手から人體に通じ、その振動感の強弱によりその電動力の大小を窺はせるには下圖の如き装置が適します。



頁 節  
97 102 交流及び直流。

教授要項。

(A) 感應コイルの兩極を導線で連結せる場合の電流を想定せしめ交流を定義します。

(B) 之を電池から得る電流と比較して直流、交流の別を明かにします。

(注意事項) 交流發電機及び變壓器を教授し終つた後に於て今一度整理の意味で交直流の充分なる比較をする必要があります。

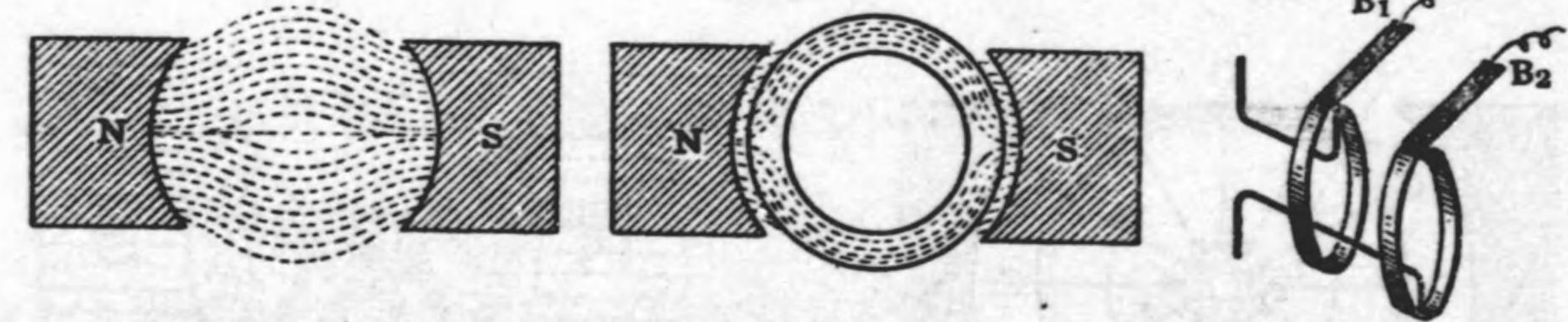
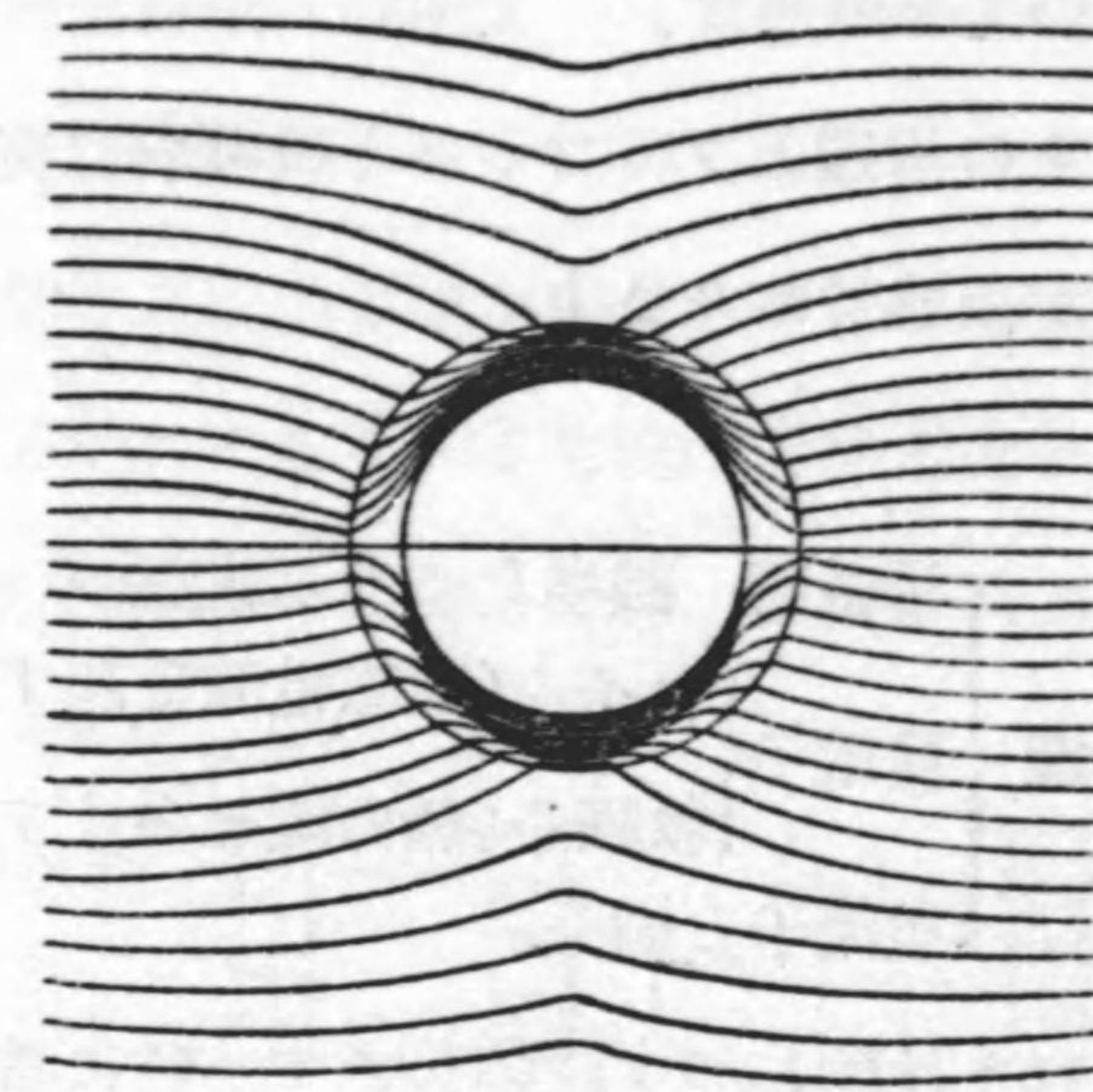
頁 節  
97 103 發電機。

教授要項。

(A) 交流發電機。

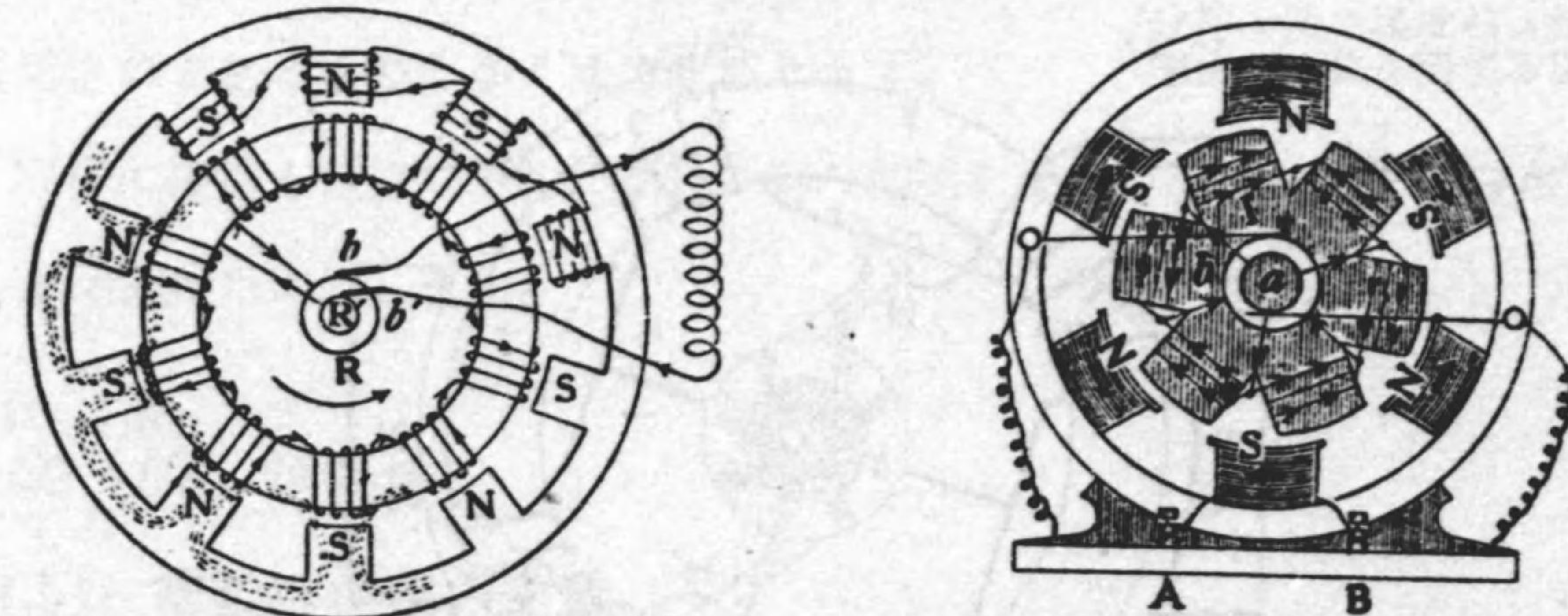
(1) 要部とその構造の説明。磁場に置かれた鐵環を通る磁力線の模様を下圖の如きものにより想像させる。

- 場磁石 磁場をつくる電磁石
- 發電子 { コイル(感應電流を起すもの)
- { 軟鐵心
- 滑環



(2) 作用説明。教科書98頁の197圖を利用して、甲乙二段に分けて發電作用を説明します。

以上は原理を説明するためのもので、實際には磁場をつくるその場磁石の極を多くした下圖の如きものが多い。



圖では外側から内方に凸出してをるものが場磁石の極である。

又次圖のやうにその場磁石になるものが廻轉して固定してをるコイルに電



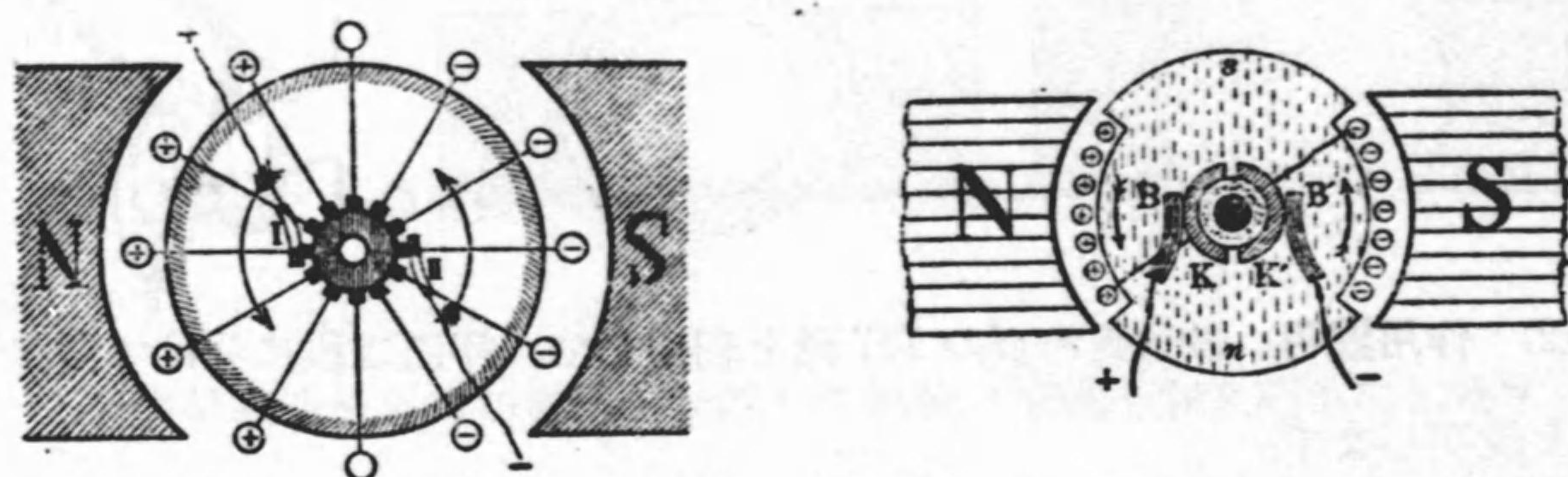
流を生ぜしめる如きものもあります。

何れの場合に於てもその滑環とブラシとの關係は充分具體的に之を説明しないと生徒の理解が困難であります。

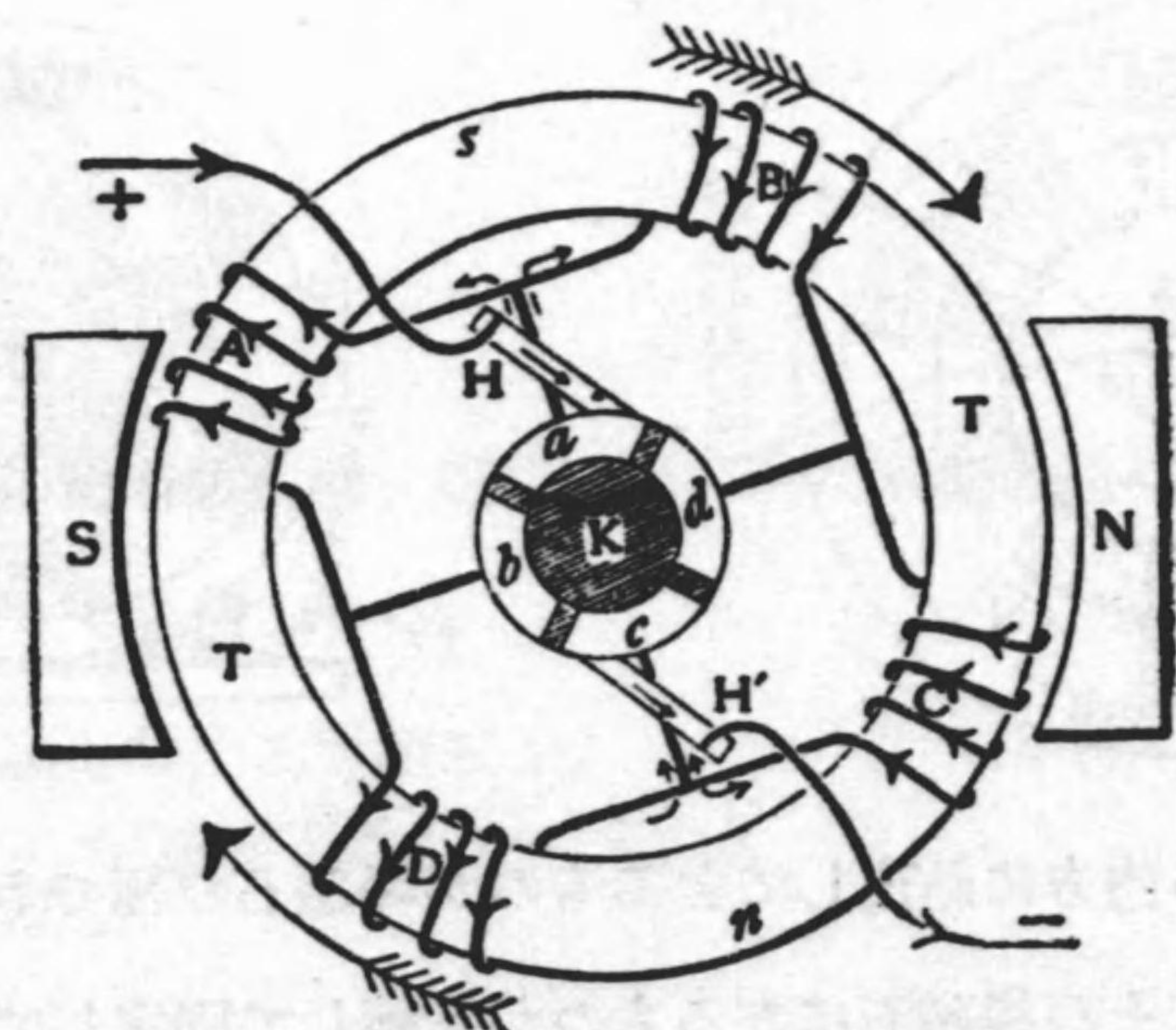
(B) 直流發電機。

- (1) 要部及びその構造
- 場磁石 磁場をつくる電磁石
  - 發電子 { コイル(感應電流を起すもの)
  - { 軟鐵心(磁力線を多くするためのもの)
  - 整流子と刷毛。

之を交流發電機のそれと比較しつゝ説明します。特に整流子と刷毛との關係をよく窺はさせること。



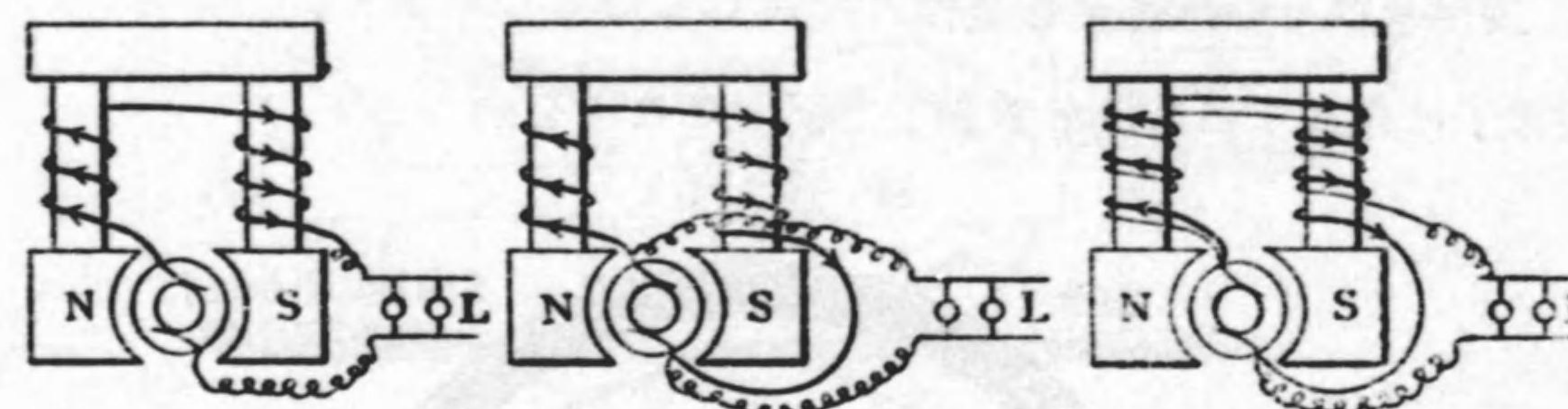
(2) 作用の説明。フレミングの右手の規則よりの説明には上圖が好都合であります。



磁極を基礎に電磁感應的に説明するには前圖が便利であります。

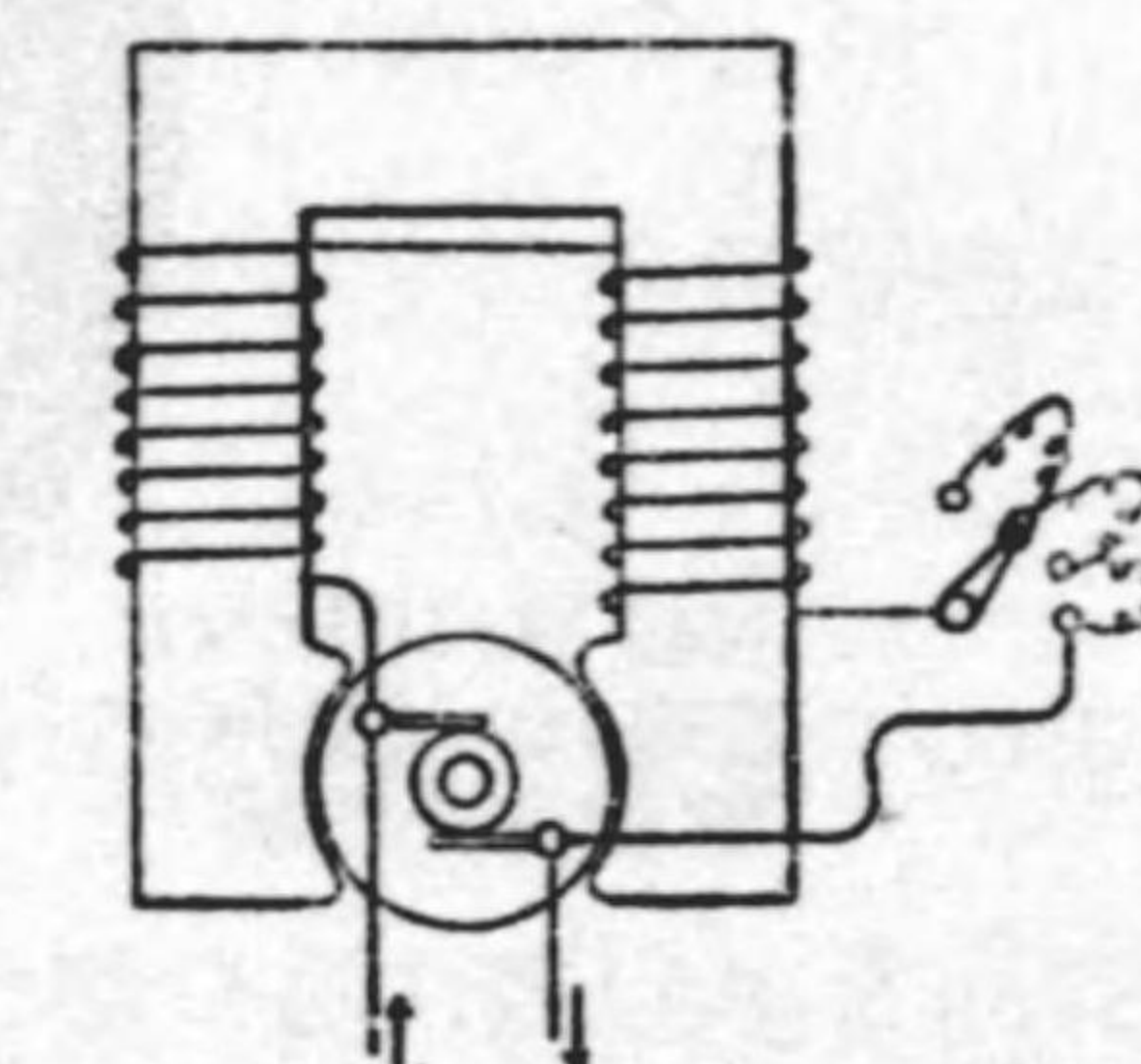
即ちコイルのA部は今場磁石のS極から遠ざかるとしてをるからS極に近い方がnになる如き方向の電流が生じ、B部は場磁石のNに近づきつゝあるから、Nに近い方がnになる如き方向の感應電流を生ずると説明します。

(3) 添加的にその種類なる直捲、分捲、複捲に及ぶも可。



直捲は外抵抗大となれば場磁石の電流小となり發電力を減ず。

分捲は外抵抗大となれば場磁石コイルの電流大となり場磁力を強力ならしむる特徴があります。之には場磁石への途中に抵抗を入れ調整を自由にする設備を加へ、荷重が増減するも極電位差は一定にする如くしてあります。白熱燈、蓄電池の充電等に都合がよいものであります。直流發電機の實用されてをるものの多くは之であります。



(分捲に於て場磁石へ送る電流の抵抗を變ずる場合)

同様に複捲も荷重の變化に應じ一定の磁場を保ち、極電位差を一定にすることが電燈用に適します。

頁 節 100 104 電動機。

(I) 電動機發明の史實。

1873年埃利のウインに開かれた博覽會に出品中のグラム環式の一發電機が一日それを廻轉してをる力に逆つて反對に廻轉をして居ましたので、附添の



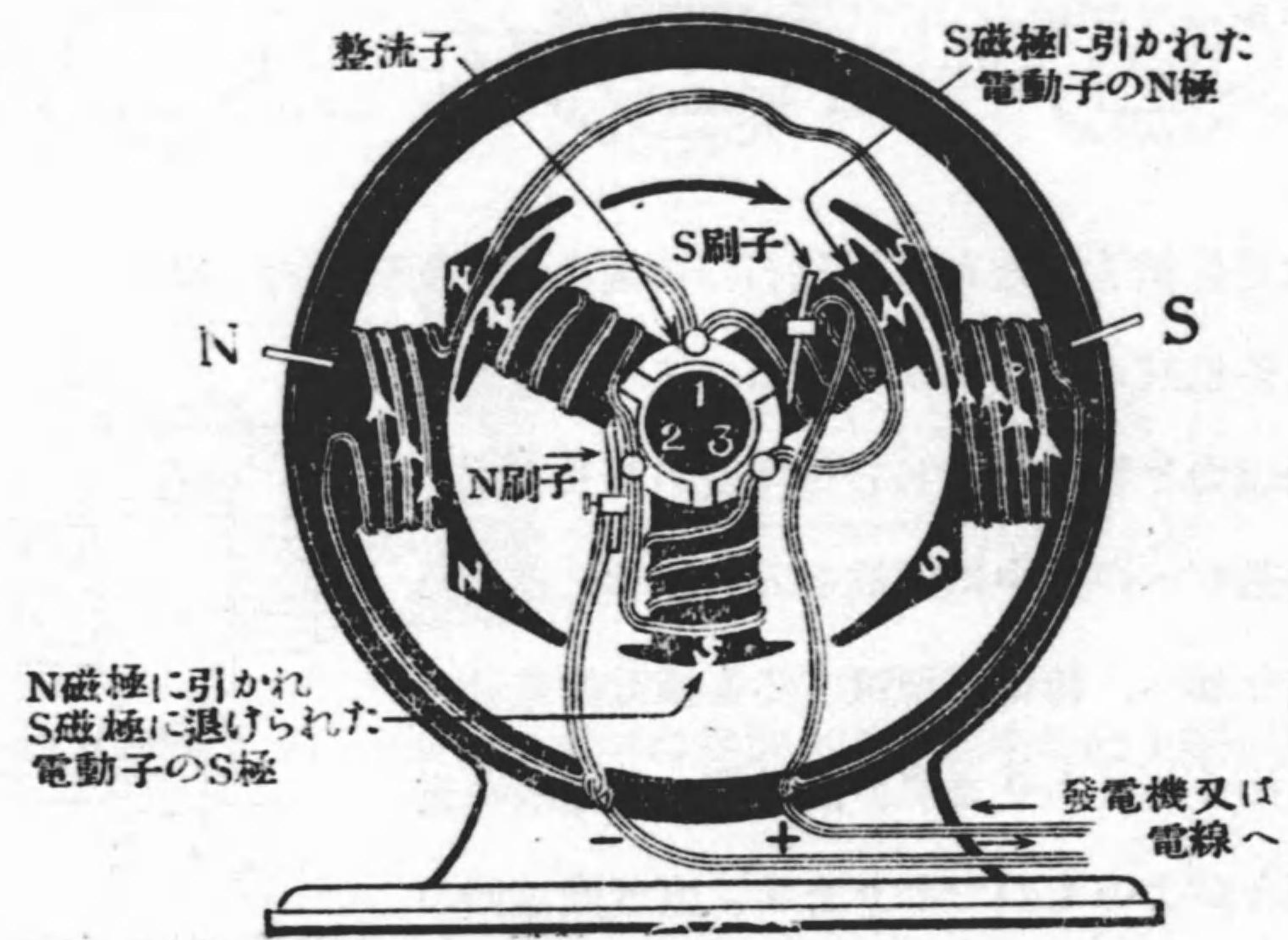
技術家が調べて見た所その発電機だけが直列に連結してある他の数個の発電機と極を反対に連結してある事が見附かりました。

之が動機となつて発電機に反対に電流を送ると廻轉することが明瞭になり、その利用が電動機となつて現はれました。

(II) 教授要項。

(A) 要部及びその構造を発電機と比較して知らしめます。

(發電子に相當するものを電動子と稱することを加へます。)

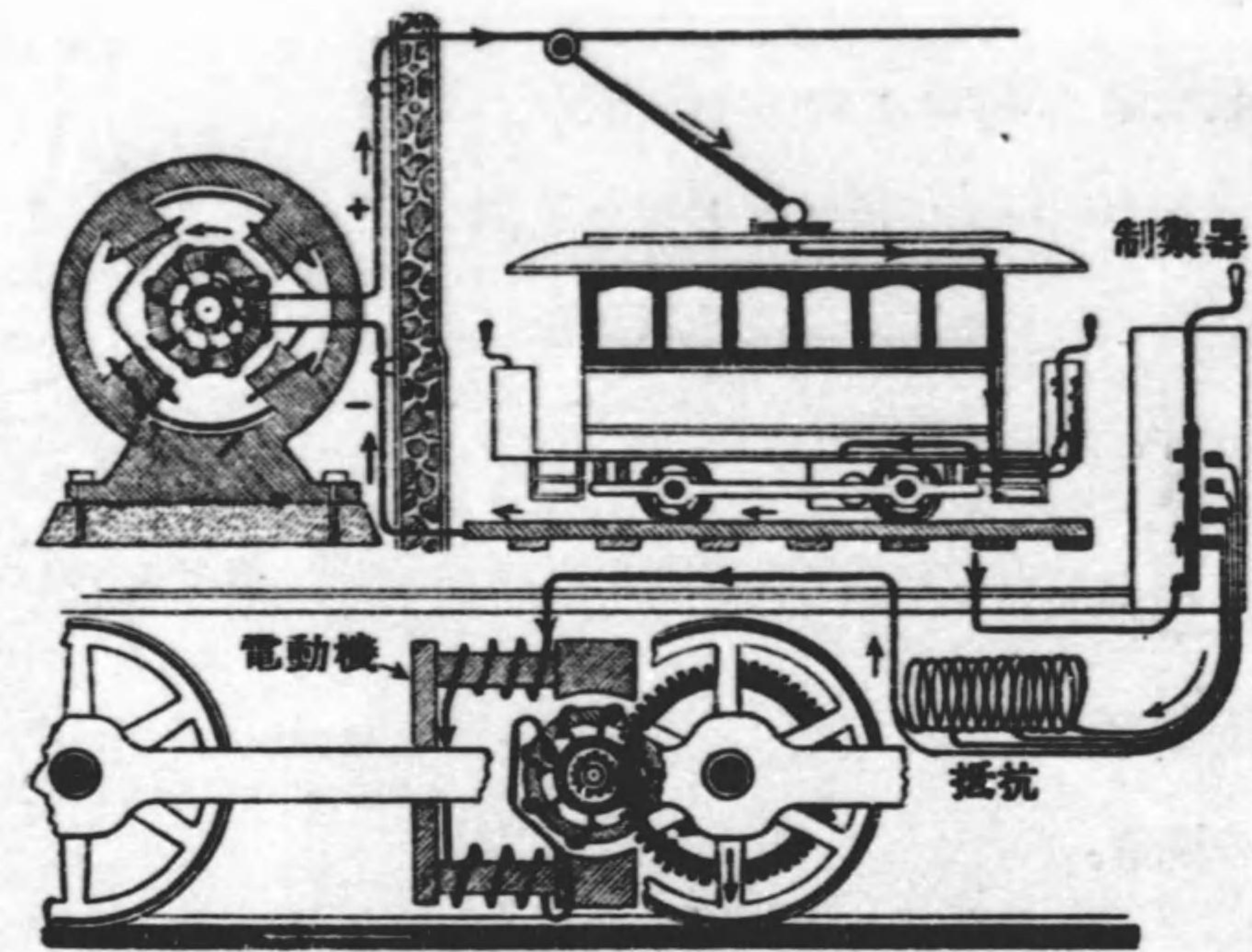


(B) 挿繪の矢の方向の電流に對して廻轉する方向を考察せしめます。廻轉持續の理由も同様に考へしめます。

(C) 應用方面を考察せしめます。電車、扇風機、電氣機關車、電氣自動車、工場用動力など多方面に互りその種類が多くあります。

次圖は電車に於ける電動機であります。

それを発電機よりの送電の模様を併せ、抵抗連結の次第をも加へて圖示したものであります。

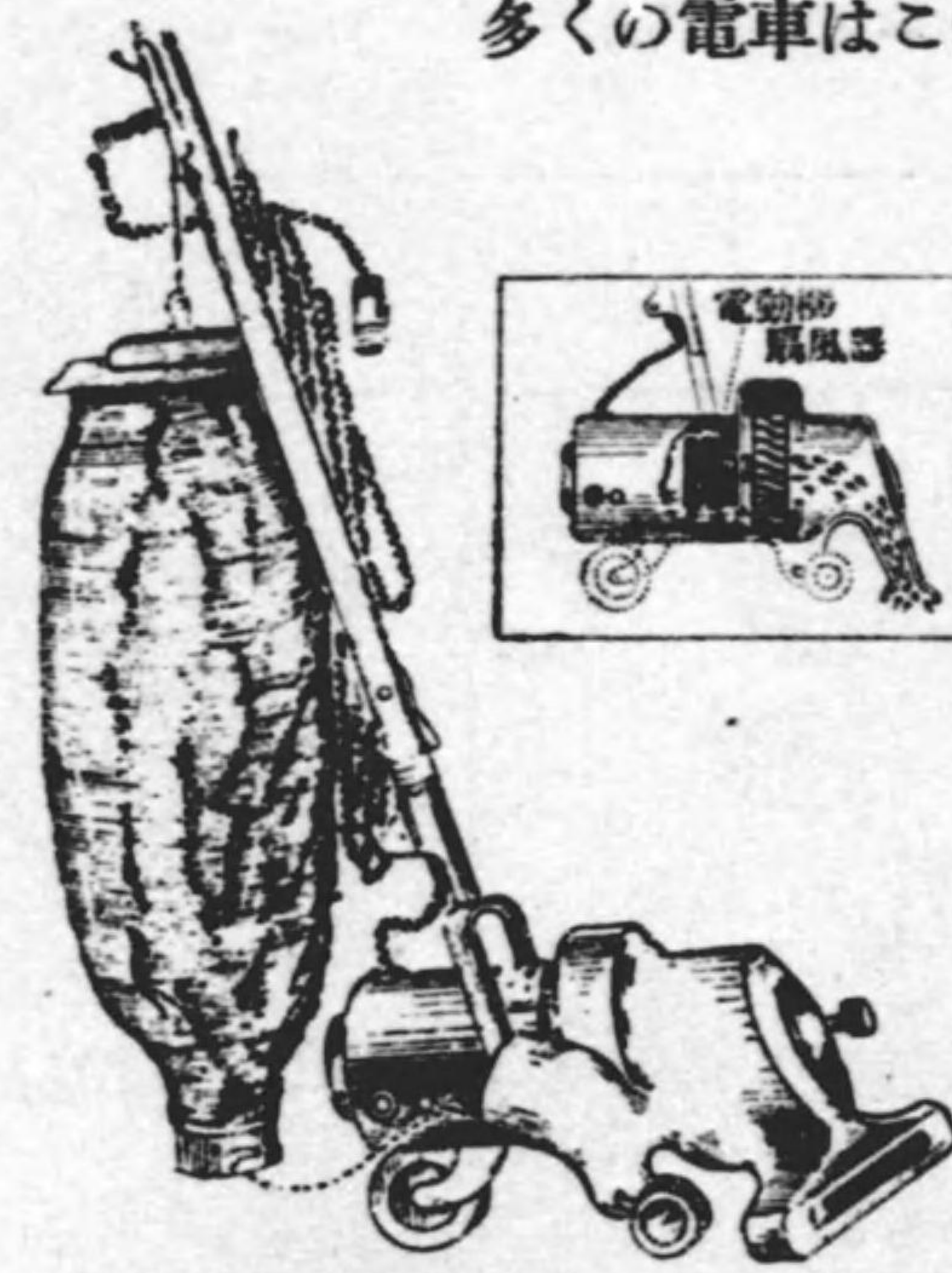


多くの電車はこのやうに直流を用ひ、殆ど交流を用ひません。

之は交流電動機ではその初動が煩しくて電車用に適しないためです。

左圖は真空掃除器で、之にも電動機が用ひられてゐます。

このものは多くは交流で電動子の廻轉で内部に空氣を吸ひ込む際塵埃を同時に吸ひ入れます。

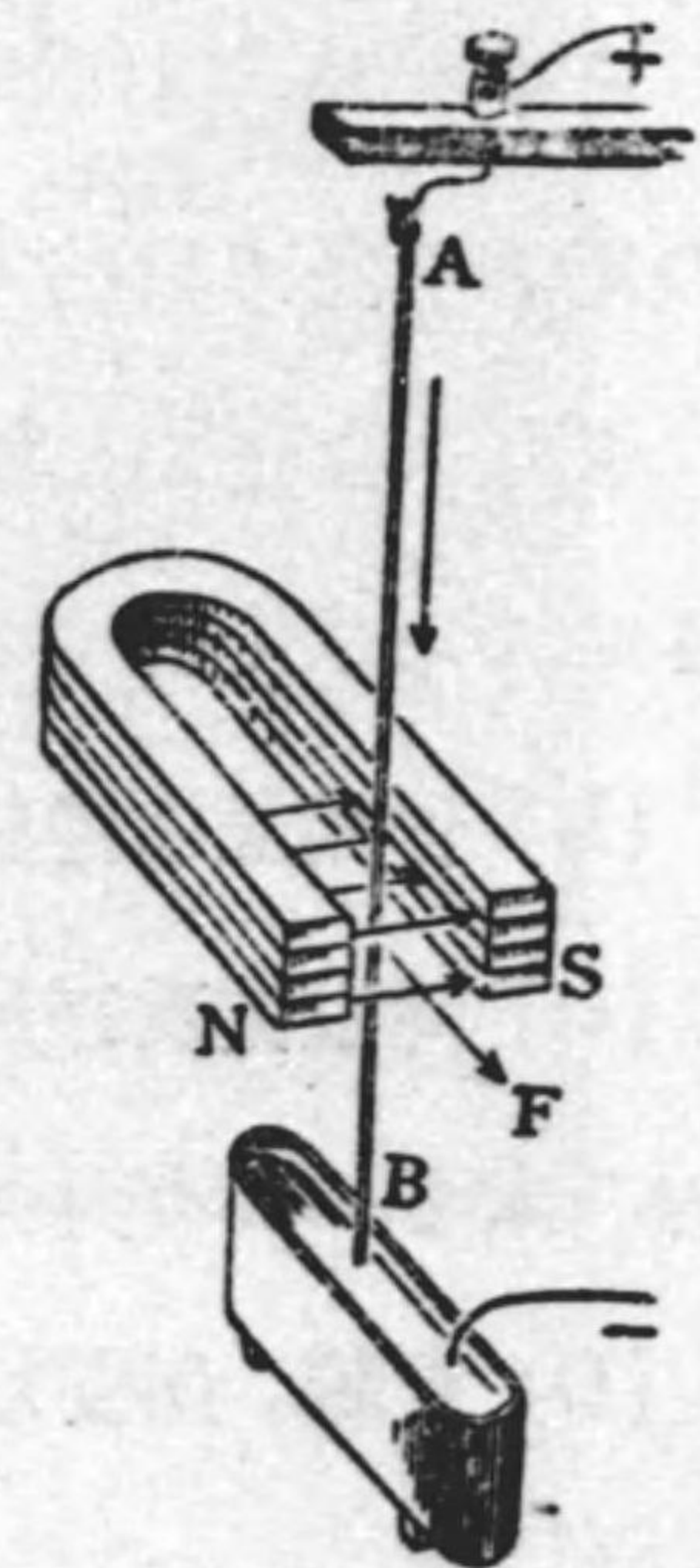


(II) 參考資料。

(A) フレミングの左手の規則より電流の通ぜる線が磁場で運動する次第の説明をなし、それを基礎として電動機の運轉を説明する方法もあります。

右圖はその規則及び實驗方法を示したものであります。

この實驗に用ひる馬蹄形磁石は強力な附磁のものが





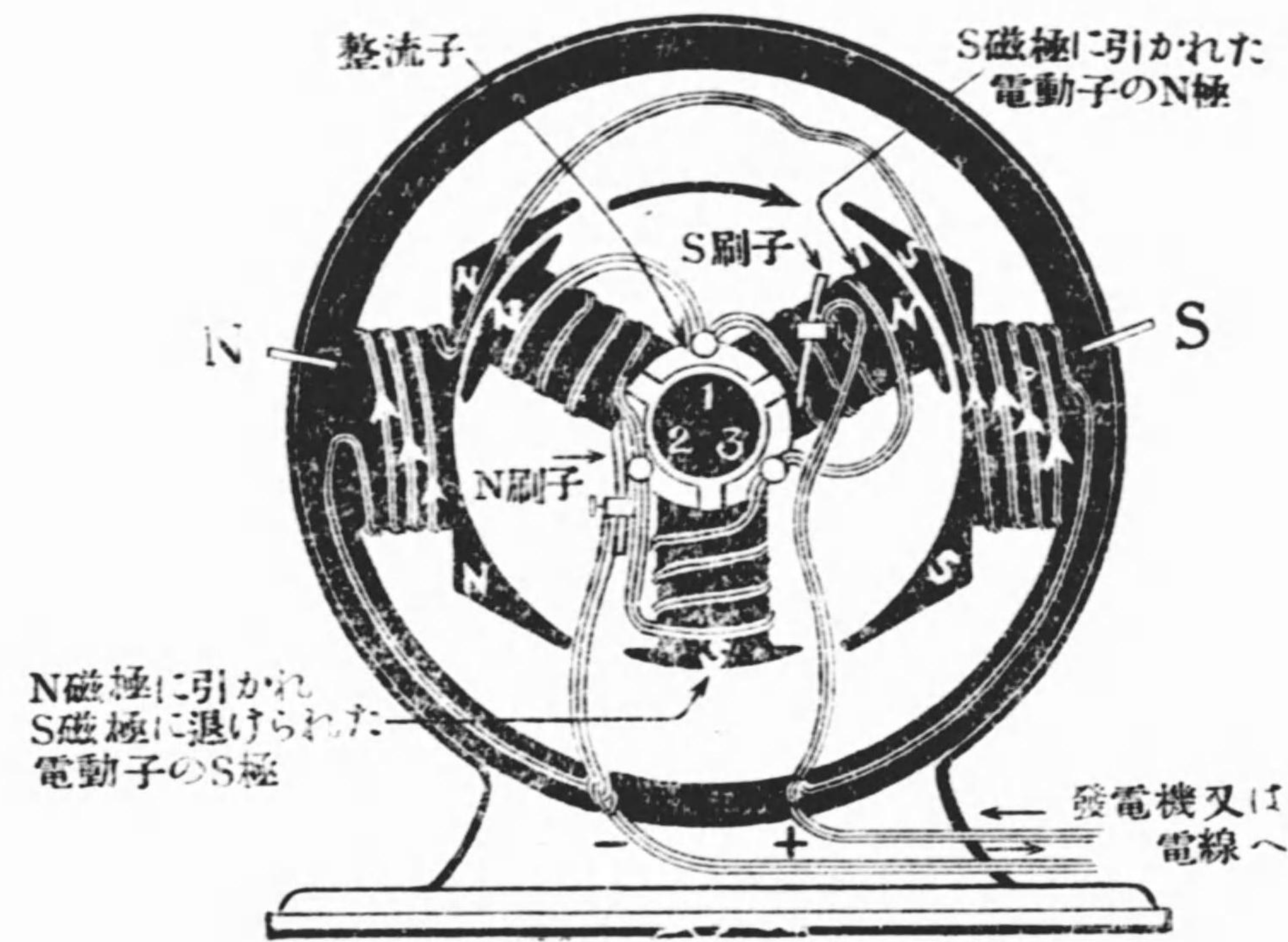
技術家が調べて見た所その発電機だけが直列に連結してある他の数個の発電機と極を反対に連結してある事が見附かりました。

之が動機となつて発電機に反対に電流を送ると廻轉することが明瞭になり、その利用が電動機となつて現はれました。

(II) 教授要項。

(A) 要部及びその構造を発電機と比較して知らしめます。

(発電子に相當するものを電動子と稱することを加へます。)

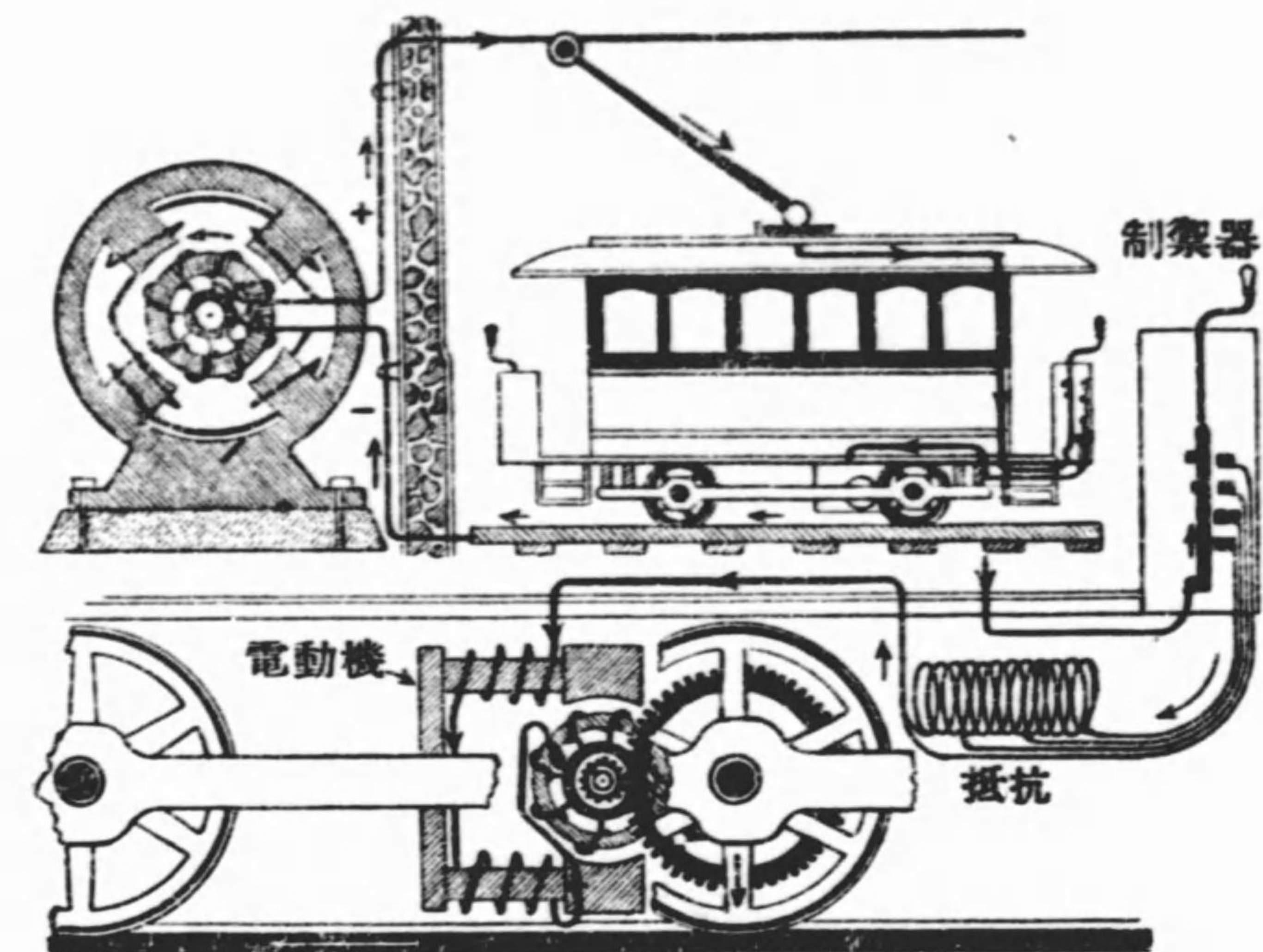


(B) 挿繪の矢の方向の電流に對して廻轉する方向を考察せしめます。廻轉持續の理由も同様に考へしめます。

(C) 應用方面を考察せしめます。電車、扇風機、電氣機關車、電氣自動車、工場用動力など多方面に亙りその種類が多くあります。

次圖は電車に於ける電動機であります。

それを発電機よりの送電の様を併せ、抵抗連結の次第をも加へて圖示したものであります。

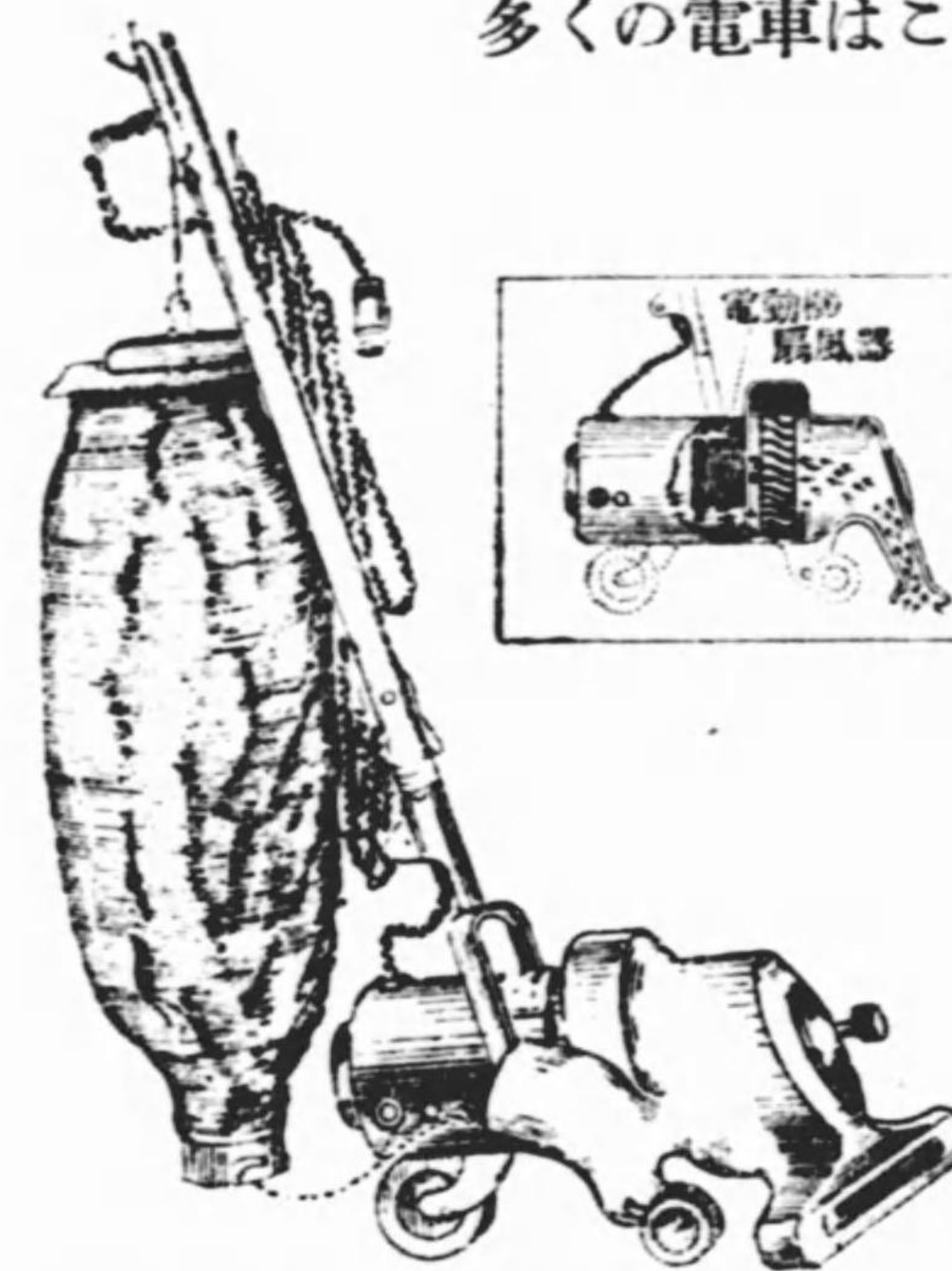


多くの電車はこのやうに直流を用ひ、殆ど交流を用ひません。

之は交流電動機ではその初動が煩しくて電車用に適しないためです。

左圖は真空掃除器で、之にも電動機が用ひられてゐます。

このものは多くは交流で電動子の廻轉で内部に空氣を吸ひ込む際塵埃を同時に吸ひ入れます。

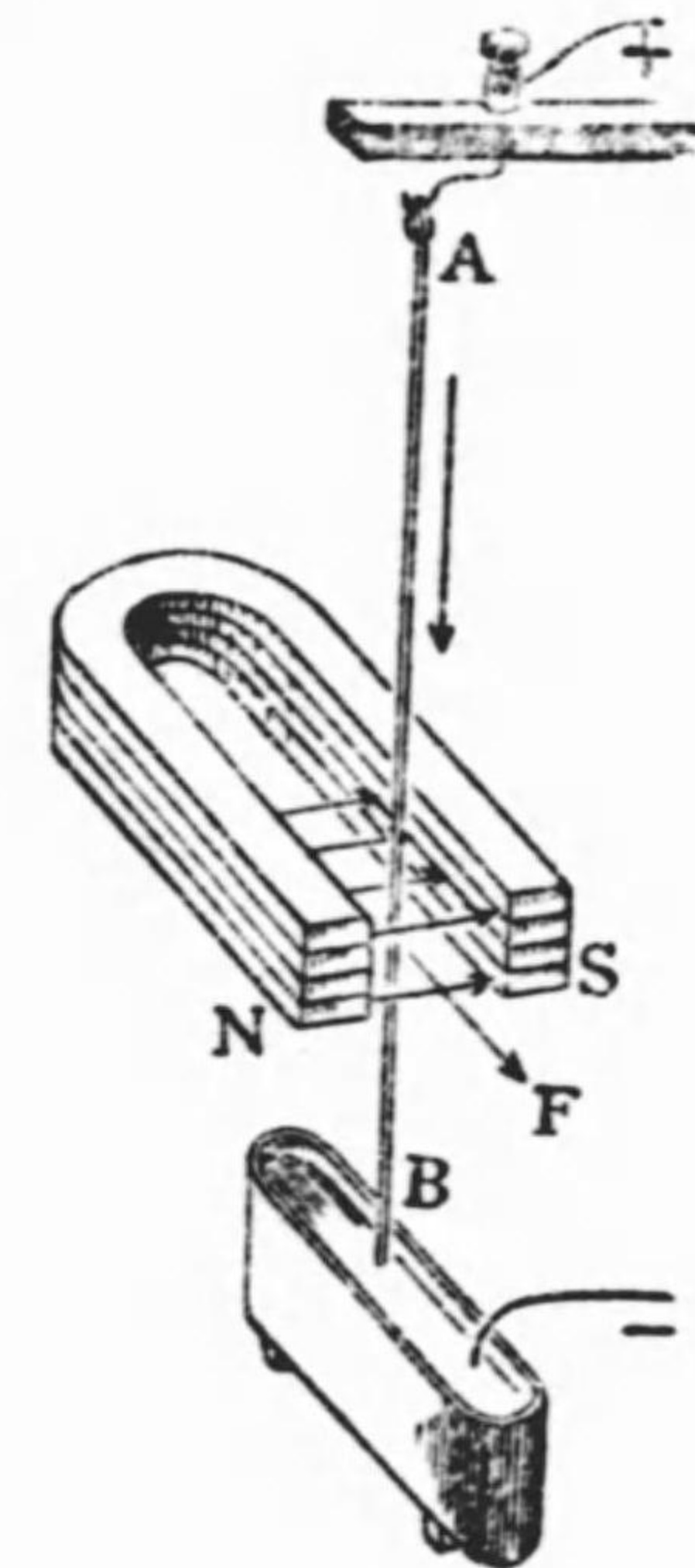


(III) 參考資料。

(A) フレミングの左手の規則より電流の通ぜる線が磁場で運動する次第の説明をなし、それを基礎として電動機の運轉を説明する方法もあります。

右圖はその規則及び實驗方法を示したものであります。

この實驗に用ひる馬蹄形磁石は強力な附磁のものが





有効であります。

(B) 電動発電機 (Motorgenerator) 交流で電動機を廻らし、その廻轉力で直流発電機を運轉して直流を得る装置であります。之も簡単に加へると一つの添加教材となります。



食指の方向が磁場の方向  
中指の方向が電流の方向  
拇指の方向が運動の方向

頁 節

101 105 變壓器。

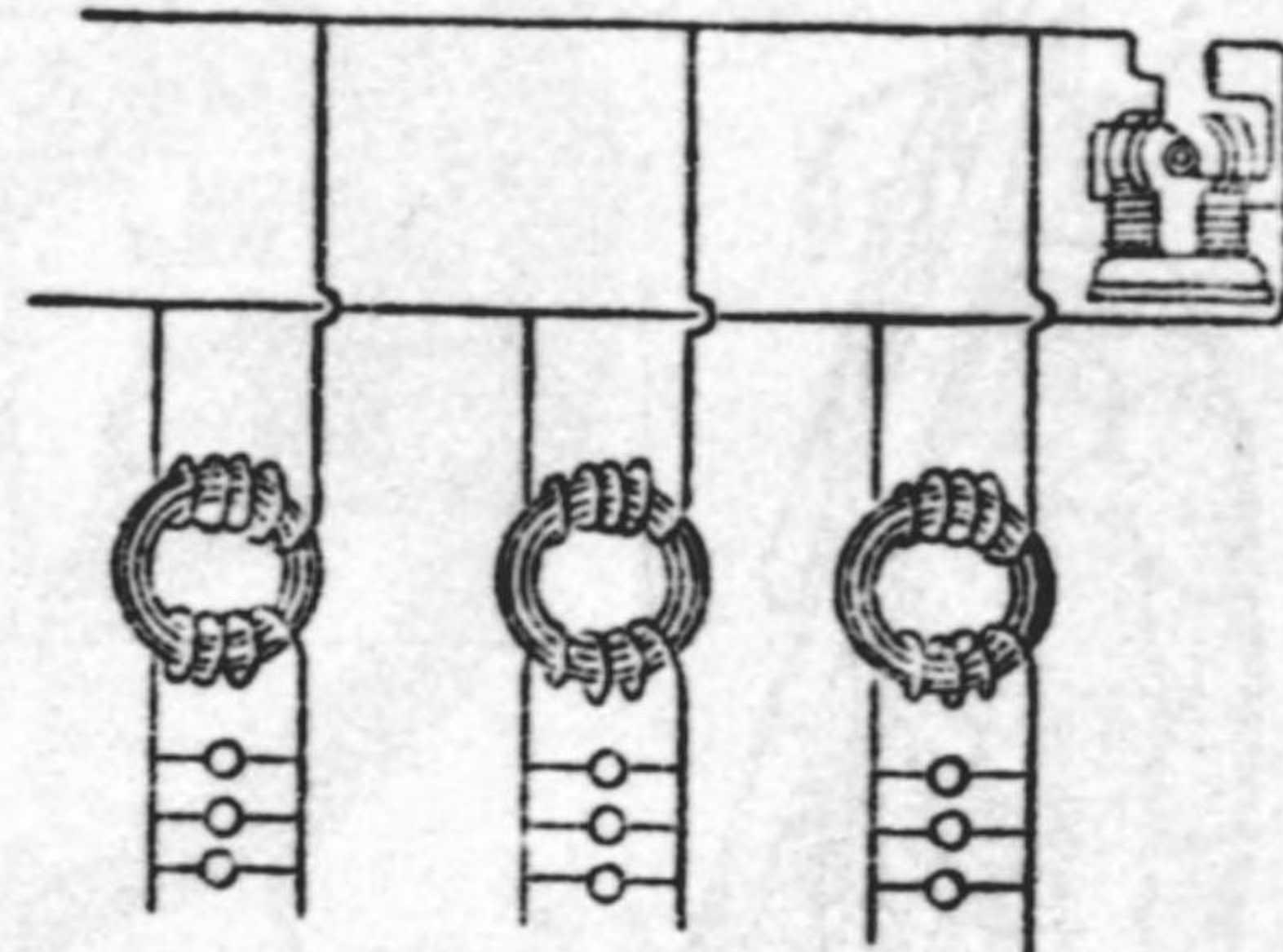
### (I) 教授要項。

#### (A) 要部の構造。

(1) 軟鐵心。一枚一枚別々に絶縁した薄い軟鐵板を重ね合せて造ります。コイルを流れる電流に感應して出来るフーコー電流 (エツヂーカレント) を避けるためにこのやうな構造にします。

#### (2) 一次コイルと二次コイル。

(3) 冷却装置。軟鐵心はコイルの抵抗による發熱、鐵心内のヂエレキ現象及び僅少のフーコー電流による熱で熱せられます。



それを冷却する目的で風を送つて冷却する装置もありますが冷却と漏電との兩方を防ぐ目的で油に浸す方法を探るものもあります。

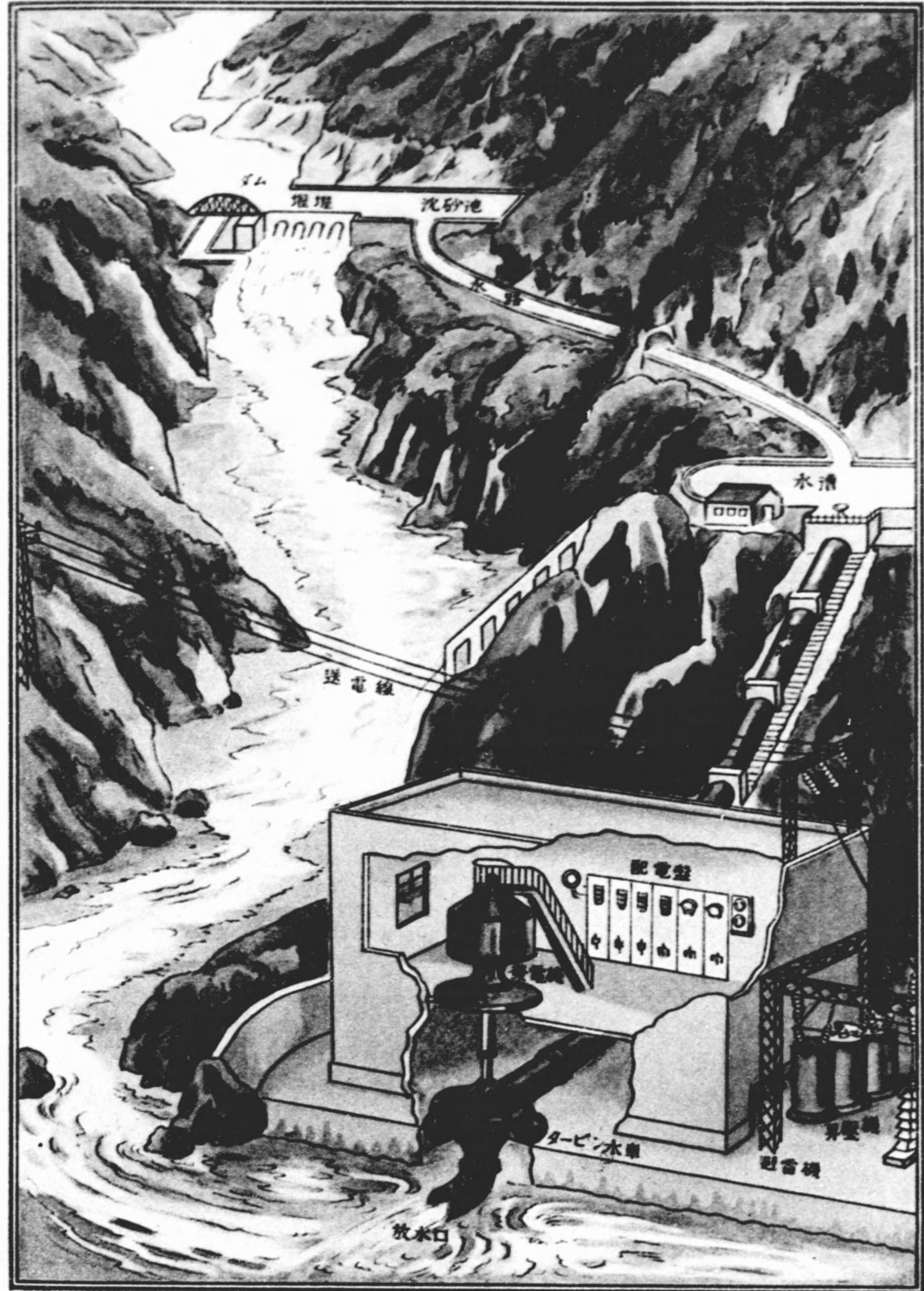
又強大な電力を變壓するものには油浸にした上、その油の中に鐵管を貫通させて冷水を管中に絶えず流して冷やす方法を探ります。

(B) 作用並に捲數と電壓、電壓と電流の強さ の關係につき説明。

(C) 降壓機及び昇壓機 につき説明 (一次コイルと二次コイルの捲數及び線の太さにつき)。

(D) 實驗。所要電壓の低い電球を共用して降壓の實驗。





水力発電所の全貌

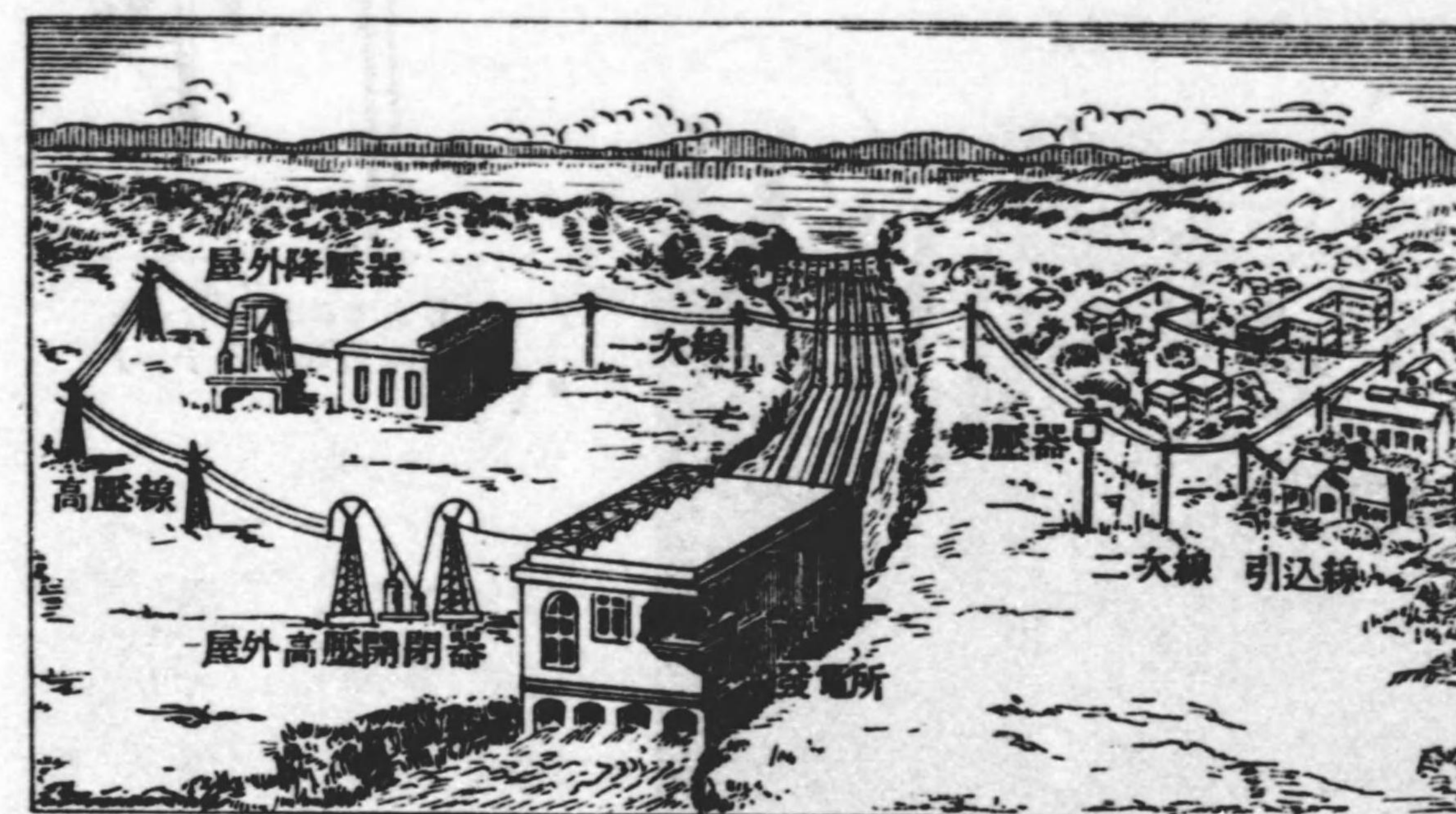
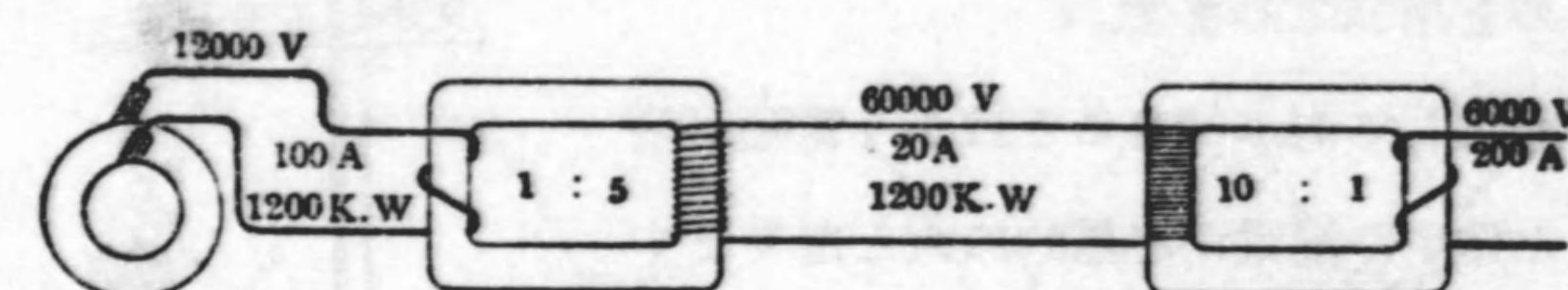




水力発電所の全貌



(E) 電力輸送に関する具體的の説明。(圖により、事實によつて)



我が國では長距離に亙り電力を輸送してをるものが少くないが、東京電燈株式会社猪苗代水力発電所より東京に至るものは、主幹送電線の延長220杆に及ぶもので殊の外長いものであります。

その発電機を出る場合は6000ボルトであるが、之を115000ボルトに昇壓して東京に送つてをります。

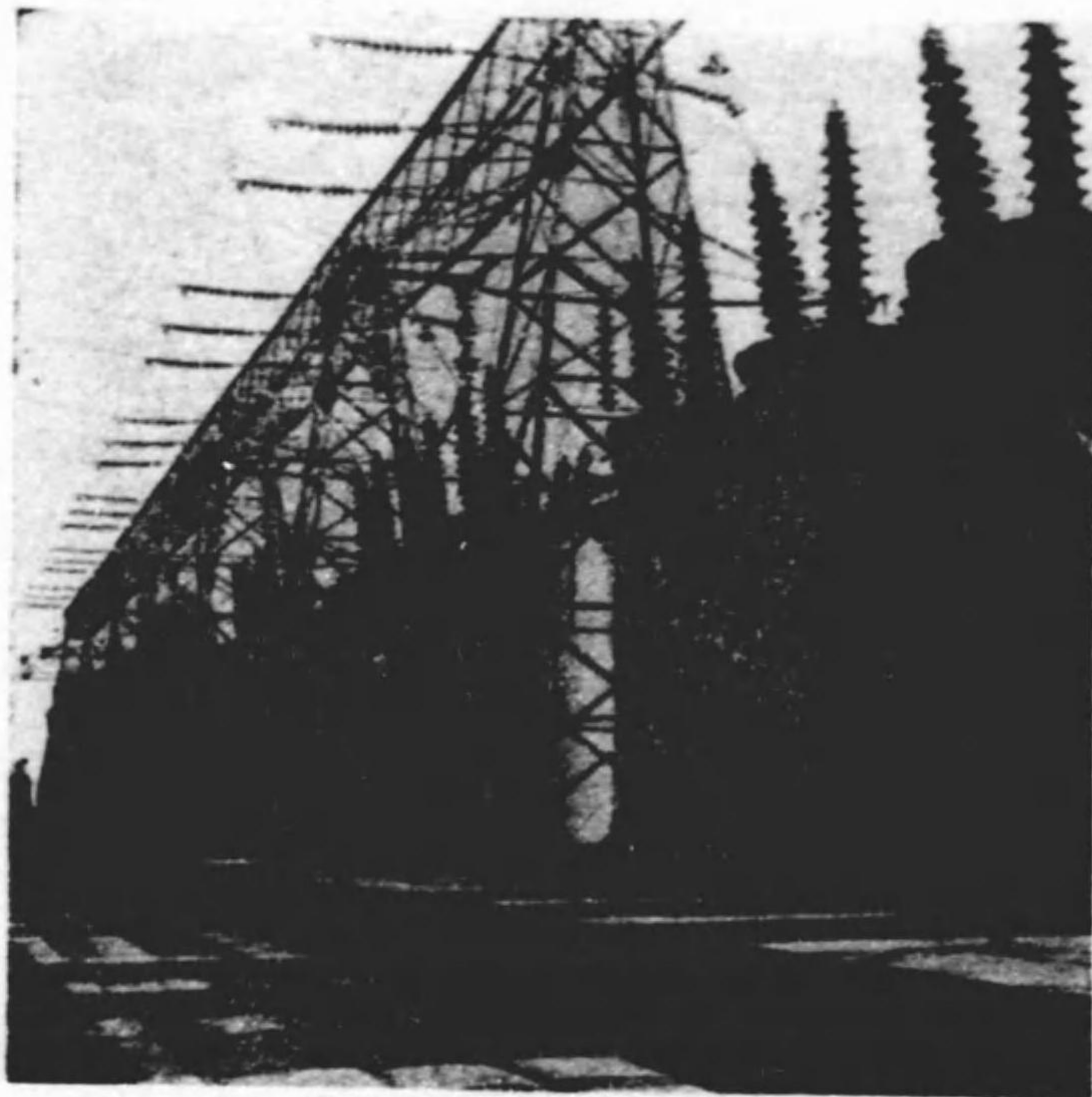
(F) 電力輸送に高壓電流を用ふる理由の説明。第四章電流の熱作用の部で學習済みのジュールの定律と連絡をとり、 $H=0.24C^2Rt$  を基準にして、電流の強さの自乗に正比例して熱となり送電の途中でエネルギーの損失があることを説きます。

故に之を防止するには電流の強さを小さくするに如かず、然し電力  $CE$  が一定なる關係上電流 ( $C$ ) を小さくすれば、 $E$  の大なるを免がれず、實際には



7,700ボルト, 145,000ボルトといふが如き強大なものを用ひてゐます。

之に關聯して考ふべきことはかく電圧が増大すると途中の漏電が必然的に大となりますから、特別の碍子により、その漏電を防ぐ設備を施さねばなりません。



(高壓送電に用ひる特別の碍子)



(あまり高壓でない時の普通の碍子)

(II) 注意事項。

(A) 變壓器に出来る熱は一次コイルに供給する電力から來るものでありますので發熱が多くなる程その變壓器の能率は低下する次第であります。

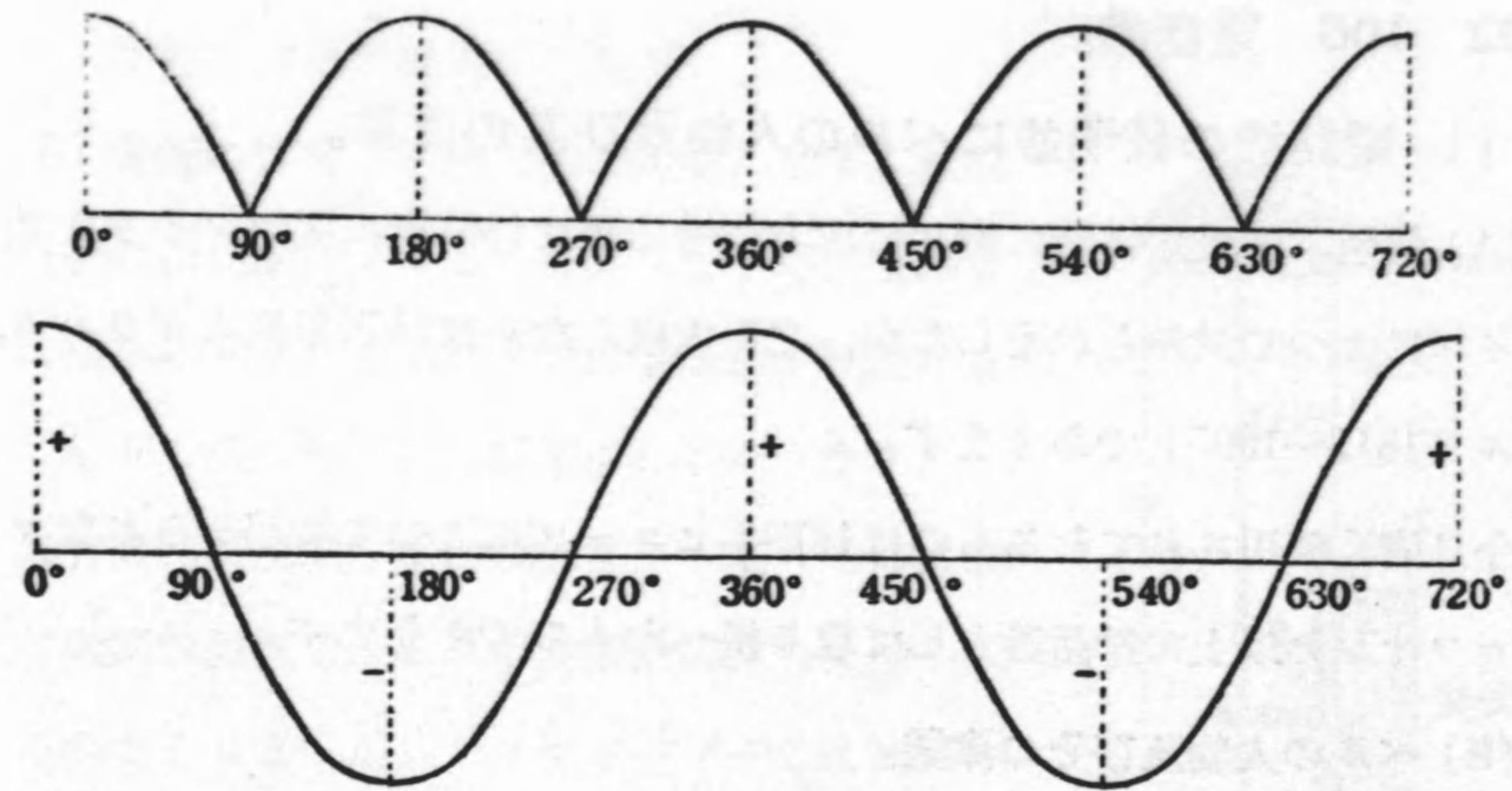
(B) 變壓器が使用中一種の音を發するのは、交流のためその磁極が交互に變ずるので軟鐵心に一つの振動が起るによるのであります。

(整理) 直流及び交流。

	直 流	交 流
極の電位	一極の電位が常に他極の電位より高い。	兩極の電位が交互に週期的に變化し互に高下する。

電 流 一定方向の電流。

電流の方向は電位の變化に應じ交互に反對となる。



電 壓 高壓の電流を起し難い。(整流子間の絶縁困難)。

高壓の電流を起すことが出来る。

變 壓 直流は變壓出來ない。

變壓が容易である。

電力輸送 遠方に送ると途中で熱になる部分が多くなるので輸送に適しない。

電力輸送に適する。

發 電 例 電池, 直流發電機。

感應コイル, 交流發電機。

用 途 電氣分解 蓄電池の充電, 電燈用, 電車等。

電燈, 工場用動力等。

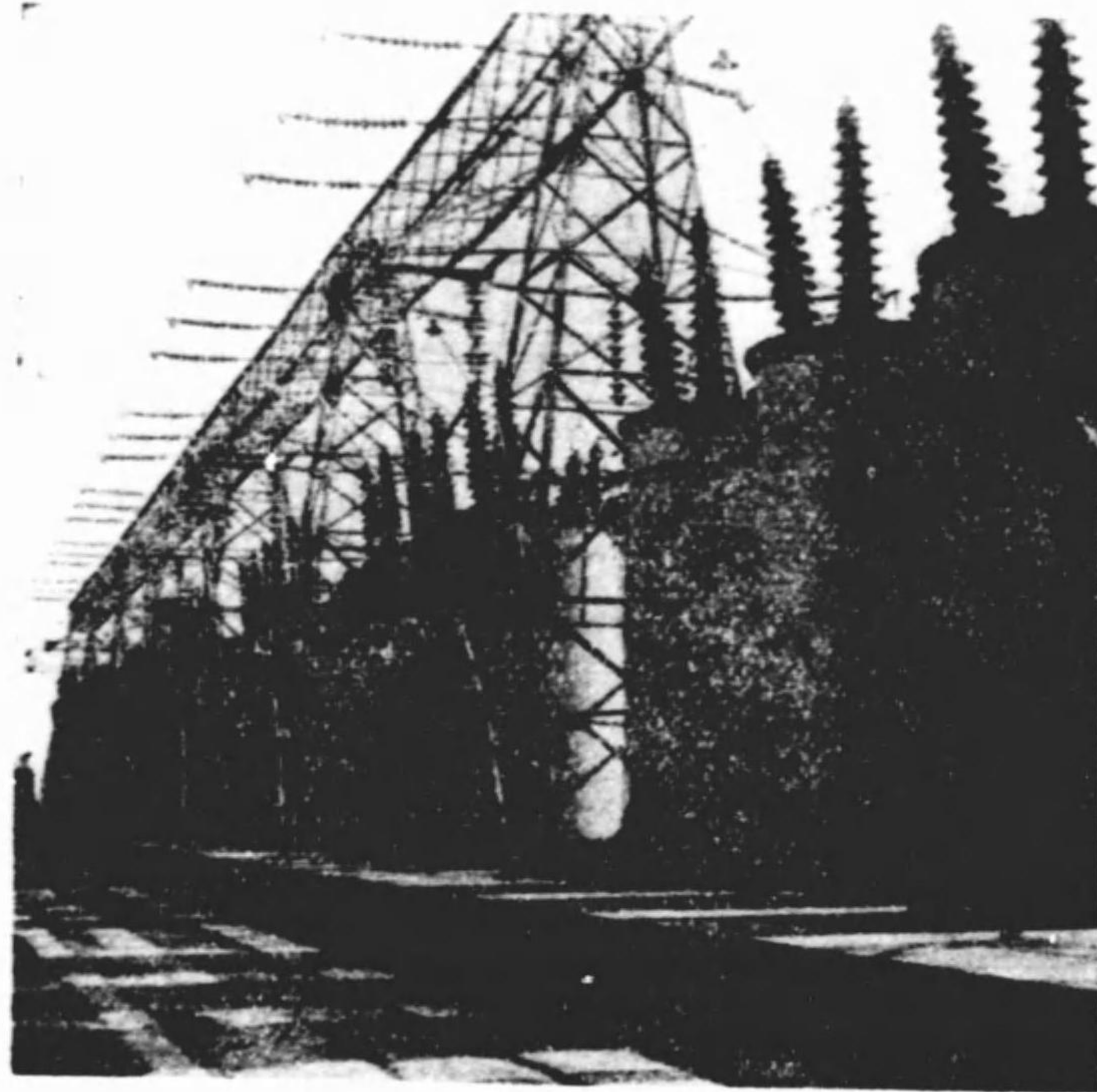
(附) 高壓と低壓。法律上からは高壓, 特別高壓及び低壓の別を次の如く定めてをります。

- 特別高壓 直流交流共に3500ボルト以上。
- 高 壓 直流 600 ボルト以上。 交流 300 ボルト以上。 共に3500ボルト以下。
- 低 壓 直流 600 ボルト未滿。 交流 300 ボルト未滿。

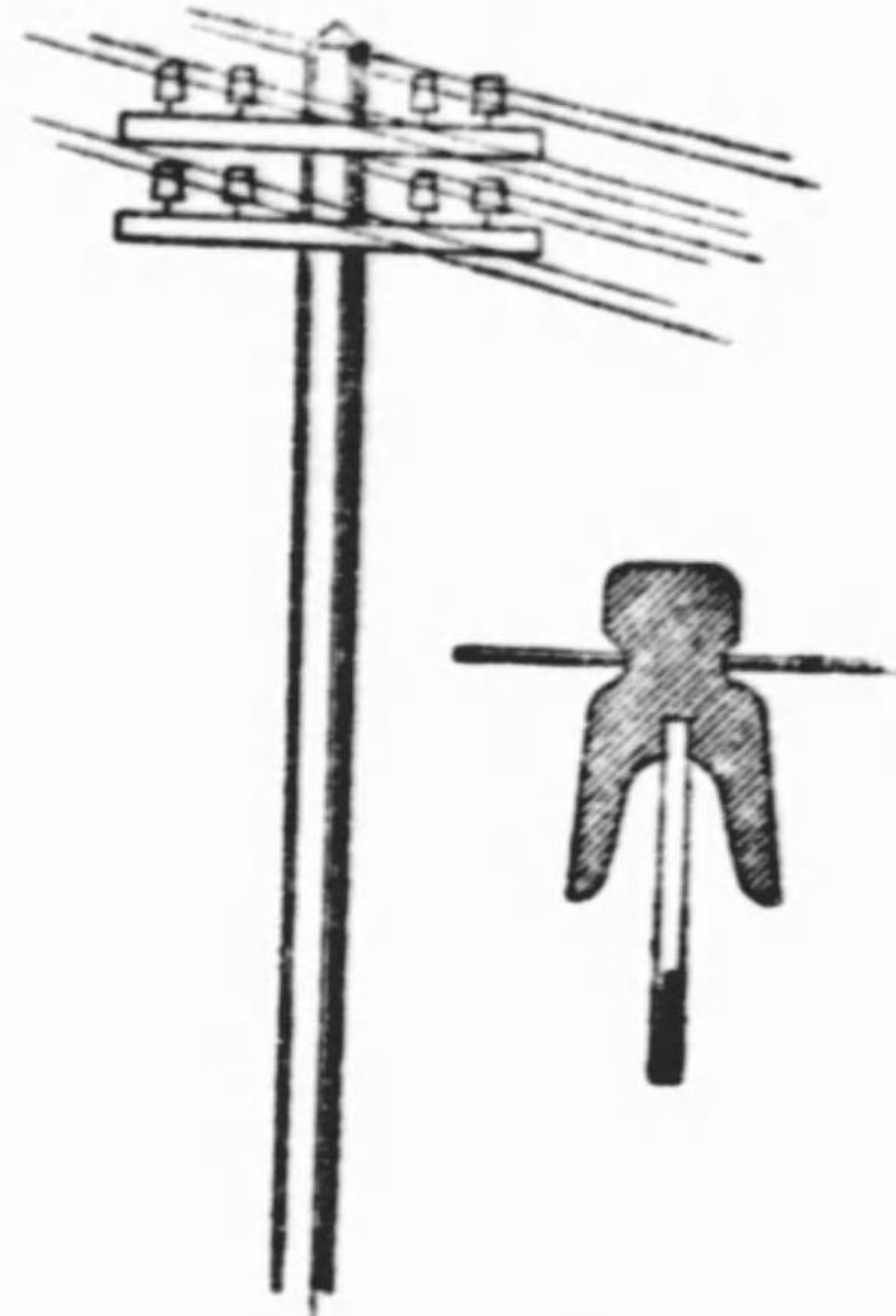


7,700ボルト、145,000ボルトといふが如き強大なものを用ひてゐます。

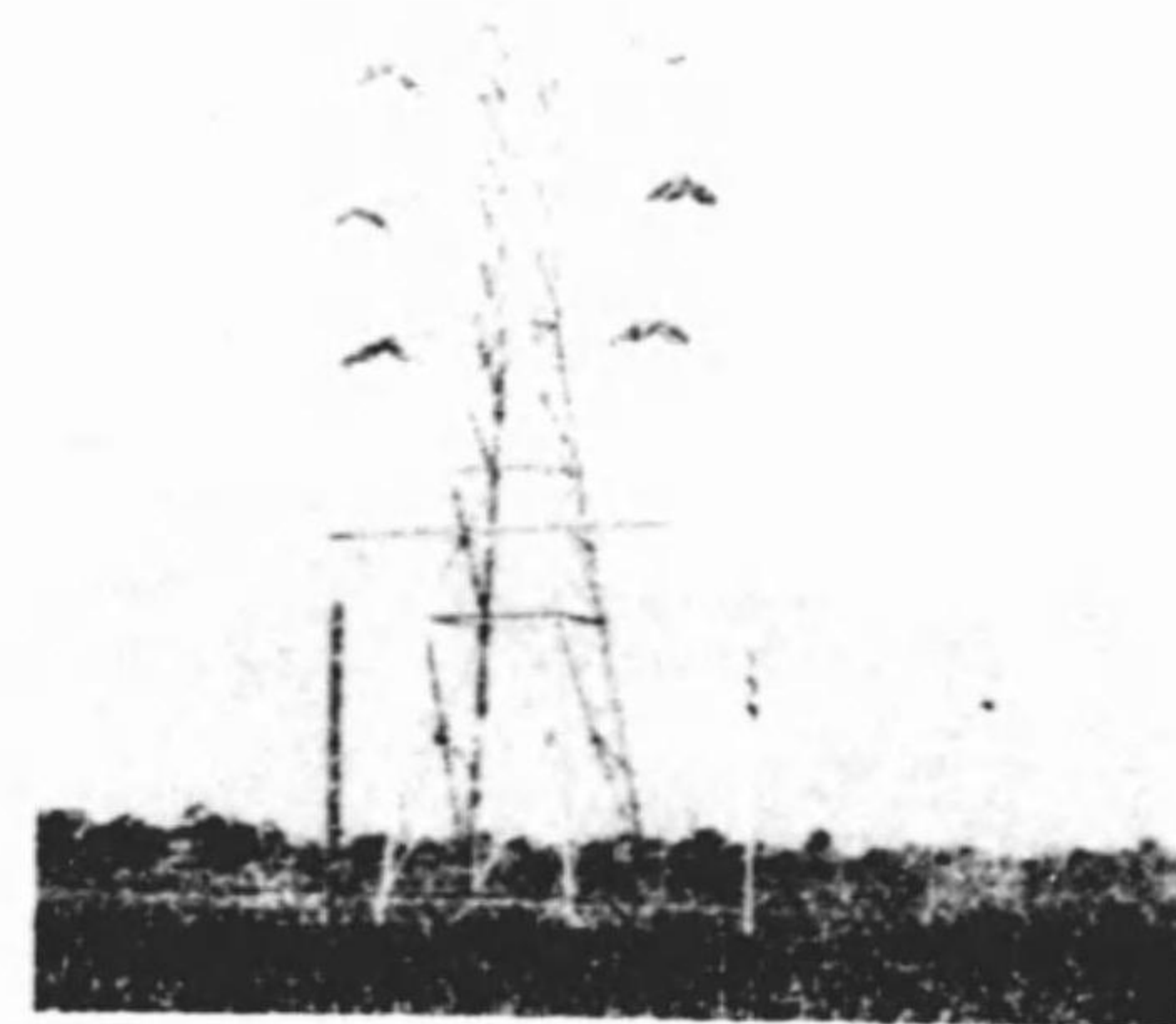
之に關聯して考ふべきことはかく電壓が増大すると途中の漏電が必然的に大となりますから、特別の碍子により、その漏電を防ぐ設備を施さねばなりません。



(高壓送電に用ひる特別の碍子)



(あまり高壓でない時の普通の碍子)



(II) 注意事項。

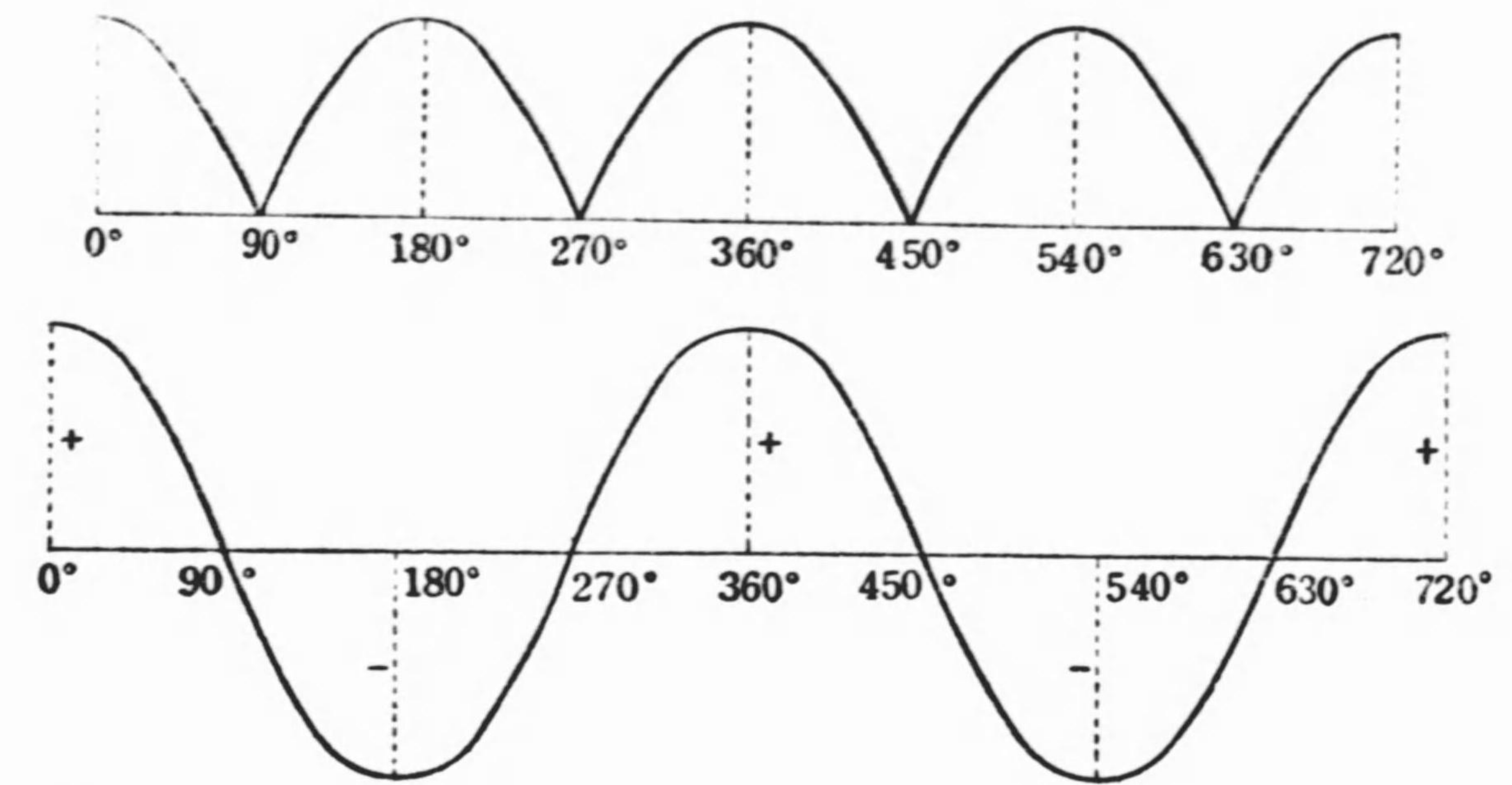
(A) 變壓器に出来る熱は一次コイルに供給する電力から來るものでありますので發熱が多くなる程その變壓器の能率は低下する次第であります。

(B) 變壓器が使用中一種の音を發するのは、交流のためその磁極が交互に變ずるので軟鐵心に一つの振動が起るによるのであります。

(整理) 直流及び交流。

	直 流	交 流
極の電位	一極の電位が常に他極の電位より高い。	兩極の電位が交互に週期的に變化し互に高下する。

電 流 一定方向の電流。 電流の方向は電位の變化に應じ交互に反對となる。



電 壓	高壓の電流を起し難い。 (整流子間の絶縁困難)。	高壓の電流を起すことが出来る。
變 壓	直流は變壓出來ない。	變壓が容易である。
電力輸送	遠方に送ると途中で熱になる部分が多くなるので輸送に適しない。	電力輸送に適する。
發電例	電池、直流發電機。	感應コイル、交流發電機。
用 途	電氣分解、蓄電池の充電、電燈用、電車等。	電燈、工場用動力等。

(附) 高壓と低壓。法律上からは高壓、特別高壓及び低壓の別を次の如く定めてをります。

特別高壓	直流交流共に3500ボルト以上。
高 壓	直流 600 ボルト以上。 交流 300 ボルト以上。 共に3500ボルト以下。
低 壓	直流 600 ボルト未滿。 交流 300 ボルト未滿。



高圧線は赤色の注意標を添加することになつてをります。

頁 節  
102 106 電話機。

(I) 電話機の發明並にベルの人物及び其の偉業。

(A) 發明。音波を電流に變じて遠方に送る事は1861年に獨のフィリップ、ライスによつて試みられましたが、之を大成したのは1876年米人グラハム、ベル (1847—1905) であります。

今日廣く使用されてをるものは1878年ヒューズによつて發明せられたマイクروفオンを以上に送話器として取り換へたものであります。

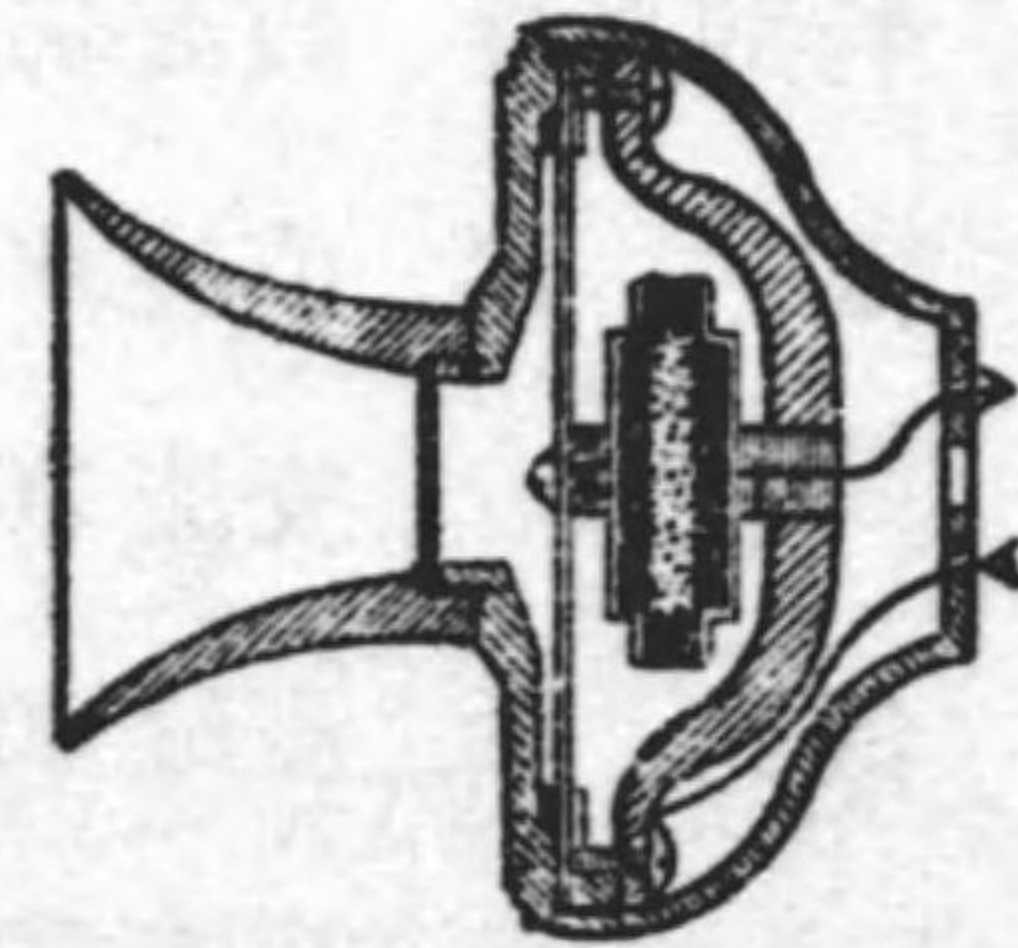
(B) ベルの人物及びその偉業。

アレキサンダー・グラハム・ベル (Alexander Graham Bell) は聾啞教育家として有名であつたスコツトランドのメルザイル・ベルの子で1847年3月3日同國エジンバラに生れました。同地の高等學校を経てウルツブルヒ大學に進み同校で哲學博士の稱號を受けました。

1870年父に従つてカナダに移住しましたが、2 箇年の後米國のボストン府に移り、或はその地の大學の生理學講師となり、或はその父の發案せる視話法を社會に廣めなどして斯界に貢獻する所が大でありました。

氏が視話法の一助にもと電流で音叉を鳴らす工夫をして居た際偶然に一つの電話機を發明しました。之が1876年のことで今日猶受話器としてそれが利用せられてをる次第であります。

其の後光電話機、蓄音機の或る型のもの等の發明がありました。氏は聾啞者に對して非常な同情を有し、その教育に尠からず盡力しました。氏が日本を訪ねたのも全く聾啞教育を視察するためであつたと言はれてをります。



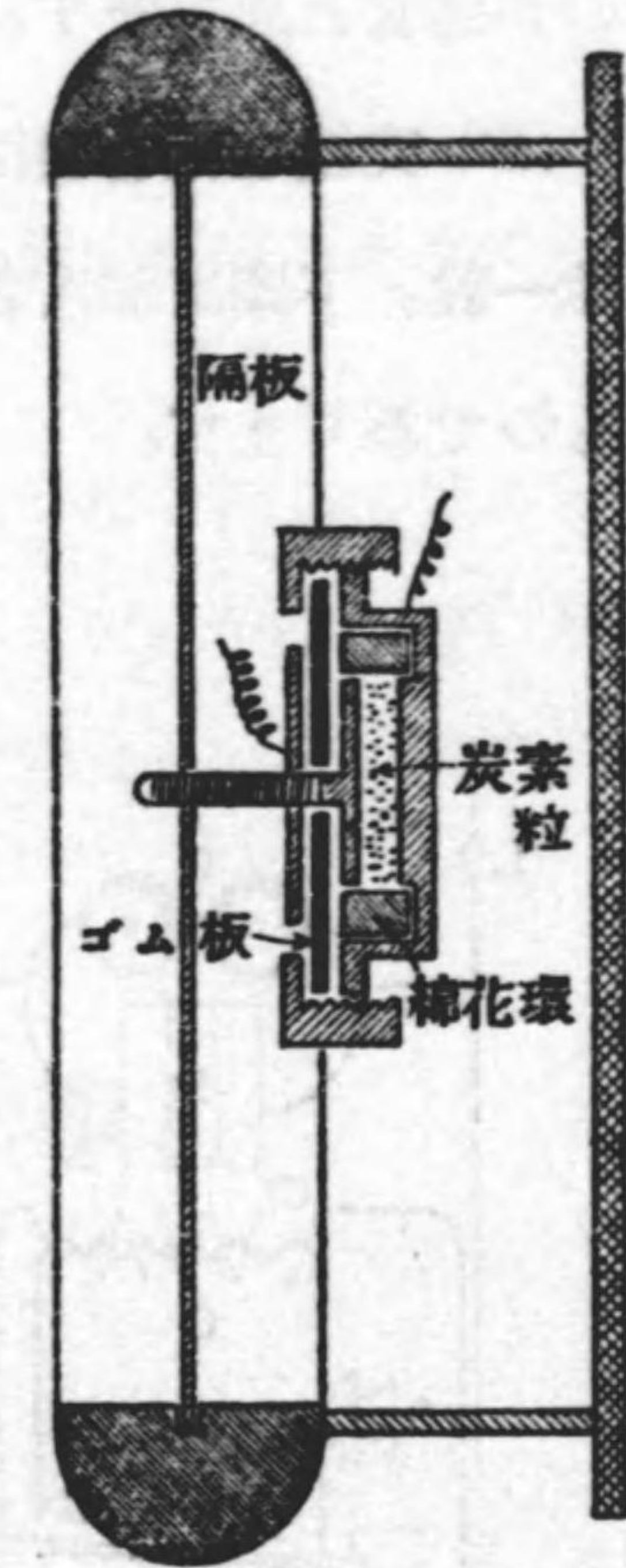
1905年69歳で長逝せられました。

(II) 教授要項。

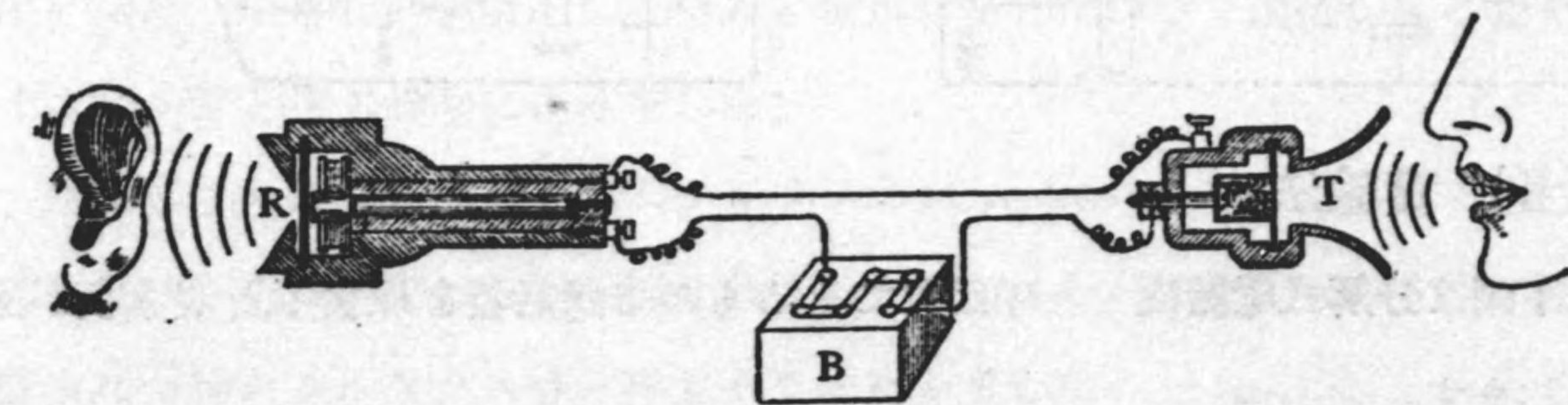
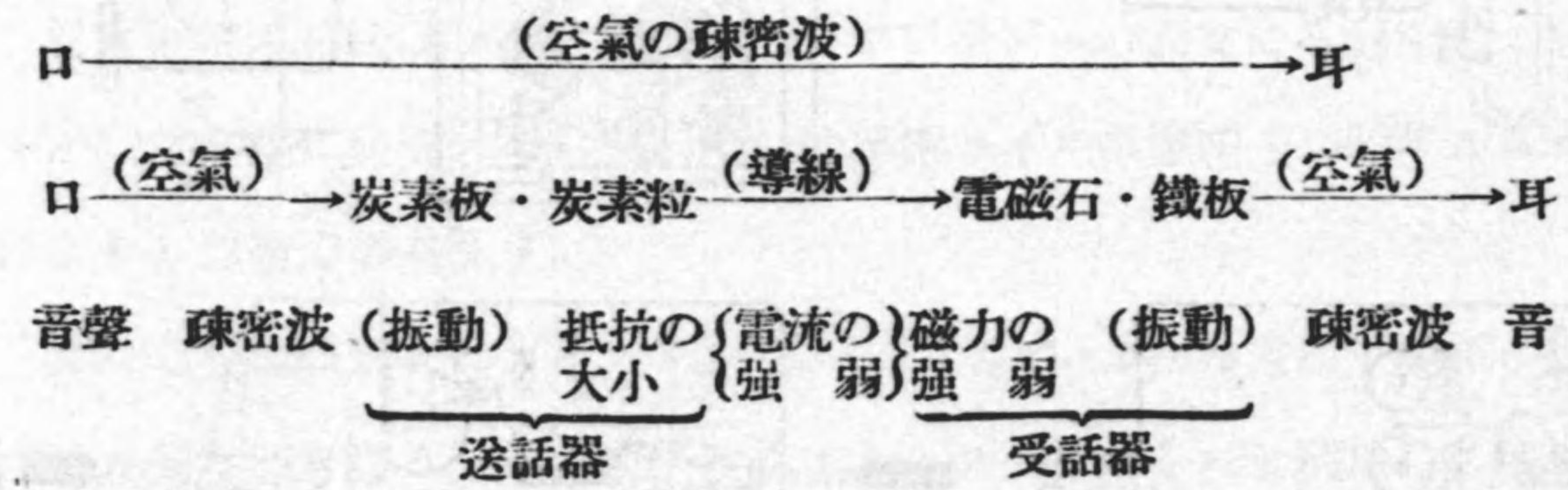
(A) 要部及びその構造 の説明。

(B) 要部の作用 を統一的に説明します。教科書所載の送話機はデルビルでありますが、長距離用に用ひるソリッドバックでは炭素粒が細粉になつてをり、圖の如く別の構造にしてあります。

即ち教科書所載のもの如きデルビルでは振動板が炭素の薄板で、それが炭素粒に直ちに接してをるのであります。ソリッドバックでは別にネヂによつて炭素粒に面せる部分へ連結してをります。



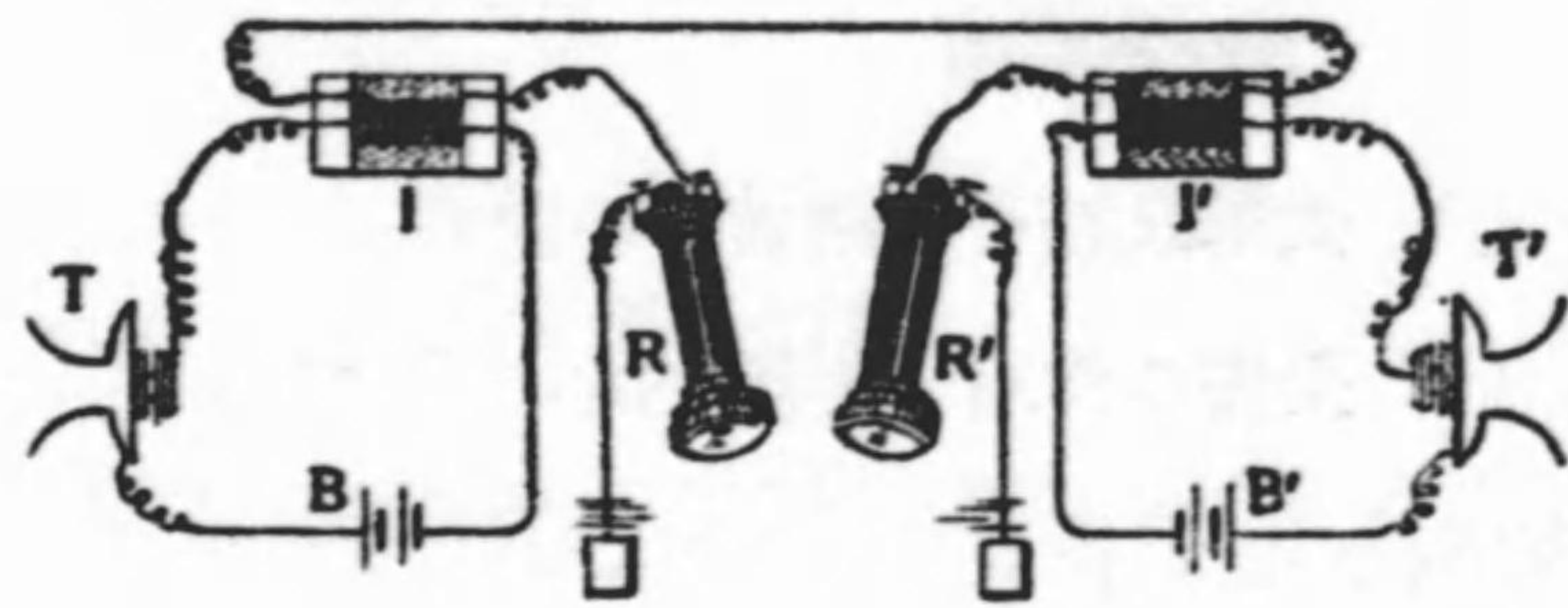
下圖に示す音波から音波までの中間作用者としての電話機連結に於けるものもデルビルの内部構造を表はしてをります。





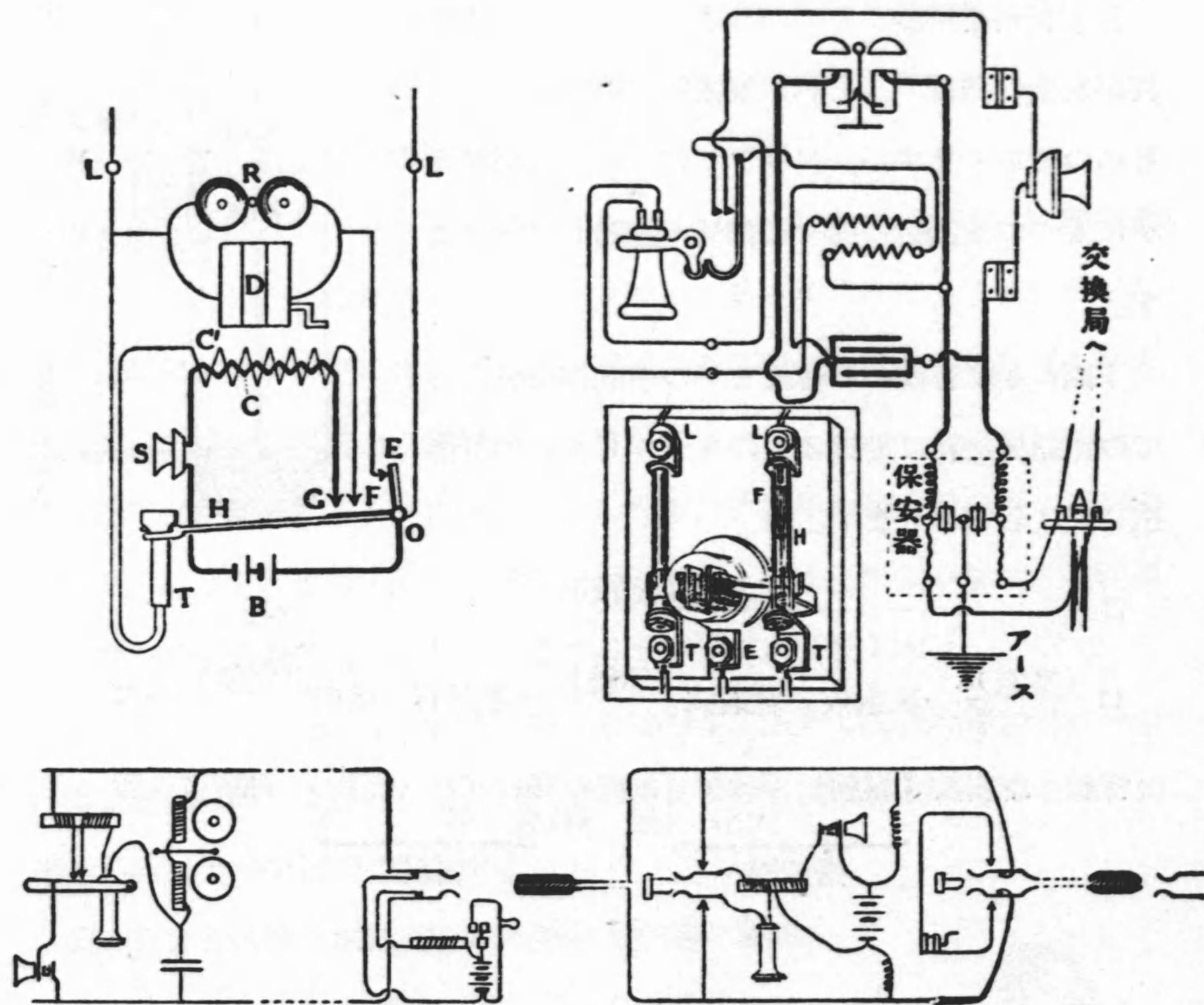
(C) 變壓器入り電話機 の構造作用の説明。

實際的の圖示としては具體的に示した右圖の如きものが適當と思ひます。



(D) 交換連結を表はす圖

示一般。下圖は加入者各自の電話施設と交換局に於ける交換關係とを示したものであります。



(II) 實驗法。

下圖は分解式電話機 と呼ばれてをるもので送話器を取去ると炭素板が露出します。



又受話機の電磁石には彈振板で支へられた軟鐵板が對立出来るやうになつてをります。

之を圖の如く組み合せた上、音聲に擬して炭素板を手指で押して見ると受話機の前の鐵板が引かれ手指を放すと鐵板は元に復します。手指の押し方を斷續すると、音聲が疎密波となつて送話口に到來した場合と同様に鐵板が振動して、聯關作用が大仕掛けに見られます。

第八章 眞空放電, 放射能

頁 節  
104-107 眞空放電。

(I) 史實の大要。

眞空放電の記録は1838年に出されたファラデーの論文にも記されてをりますが、之が盛に研究せられ出したのは感應コイルの發明(1850年ルムコルフにより)以後であります。

其の頃獨逸のボンにガイスレル(Geissler)といふ巧みな硝子職工が居つて、様々な眞空管を造り、ボン大學教授ブリュツカーがそれを利用して種々の放電を試み、珍らしい現象として時人を驚かせましたので、爾後かゝる管をガイスレル管と呼ぶやうになりました。

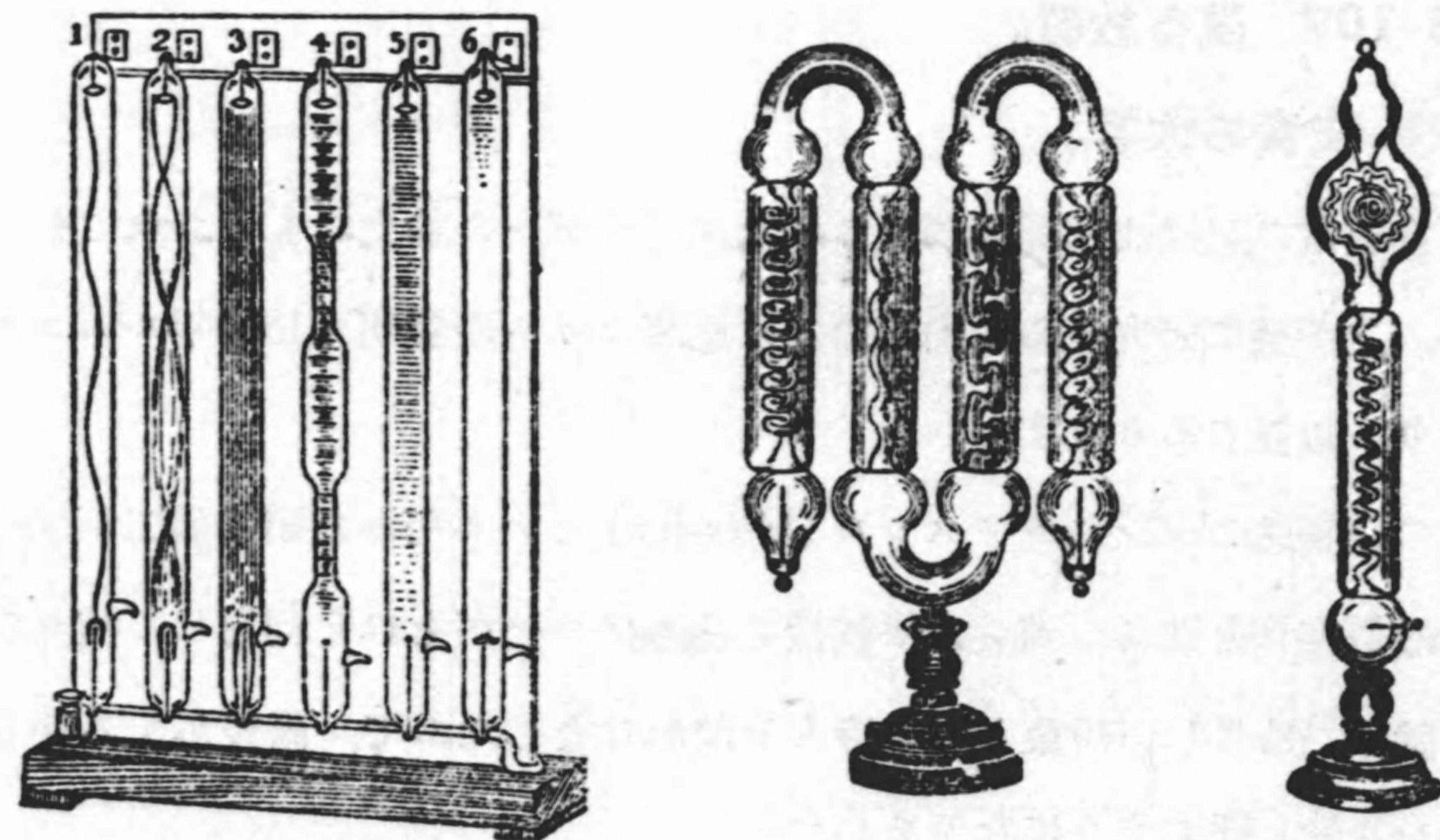
1879年より1885年に互り英人クルツクス(Crookes)は高度の眞空管中で放電を行ひ、その研究から陰極線を發見しました。それで爾後そのやうに眞空度の高い管をクルツクス管と呼ぶやうになりました。



クルツクスはこの陰極線をなすものを検し、固、液、氣三態以外の微粒と認めて物質の第四態と名づけましたが、ゼー、ゼー、トムソン(J. J. Thomson)はその速度や、電荷を測つて陰電氣を帯びる微粒子なることを明かにしました。今ではこの微粒は電子と呼ぶもので、物質の第四態などでなく、原子を構成してをる要素に他ならぬといふ結論に達してをります。

(II) 教授要項。

- (A) 真空度と放電の難易 に関する説明。
- (B) 真空放電の實驗。ロータリーポンプでもありますればそれを共用して真空度を見ること。又バキュームスケールの管を順次放電せしめてもよいかと思ひます。
- (C) 以上の史實を背景として、實驗の結果を指摘しながらガイスレル管、クルツクス管及び附屬諸現象の説明をします。
- (D) 氣體 の異なつた管につき實驗。



(III) 添加資料。

陽極光、ファラデーの暗所、クルツクス管の暗所 等の名稱は實驗なり講

義なりに隨時加へて添加的に教へて置いた方がよいやうに思はれます。

頁 節  
105 108 陰極線。

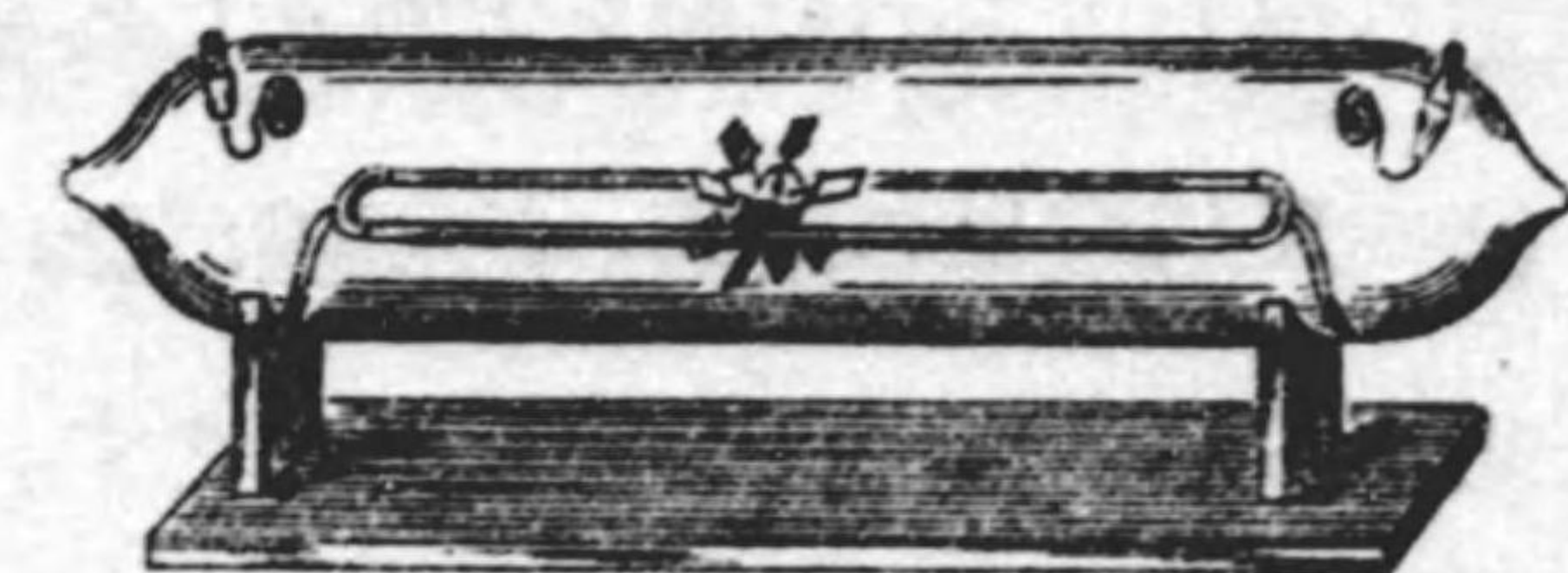
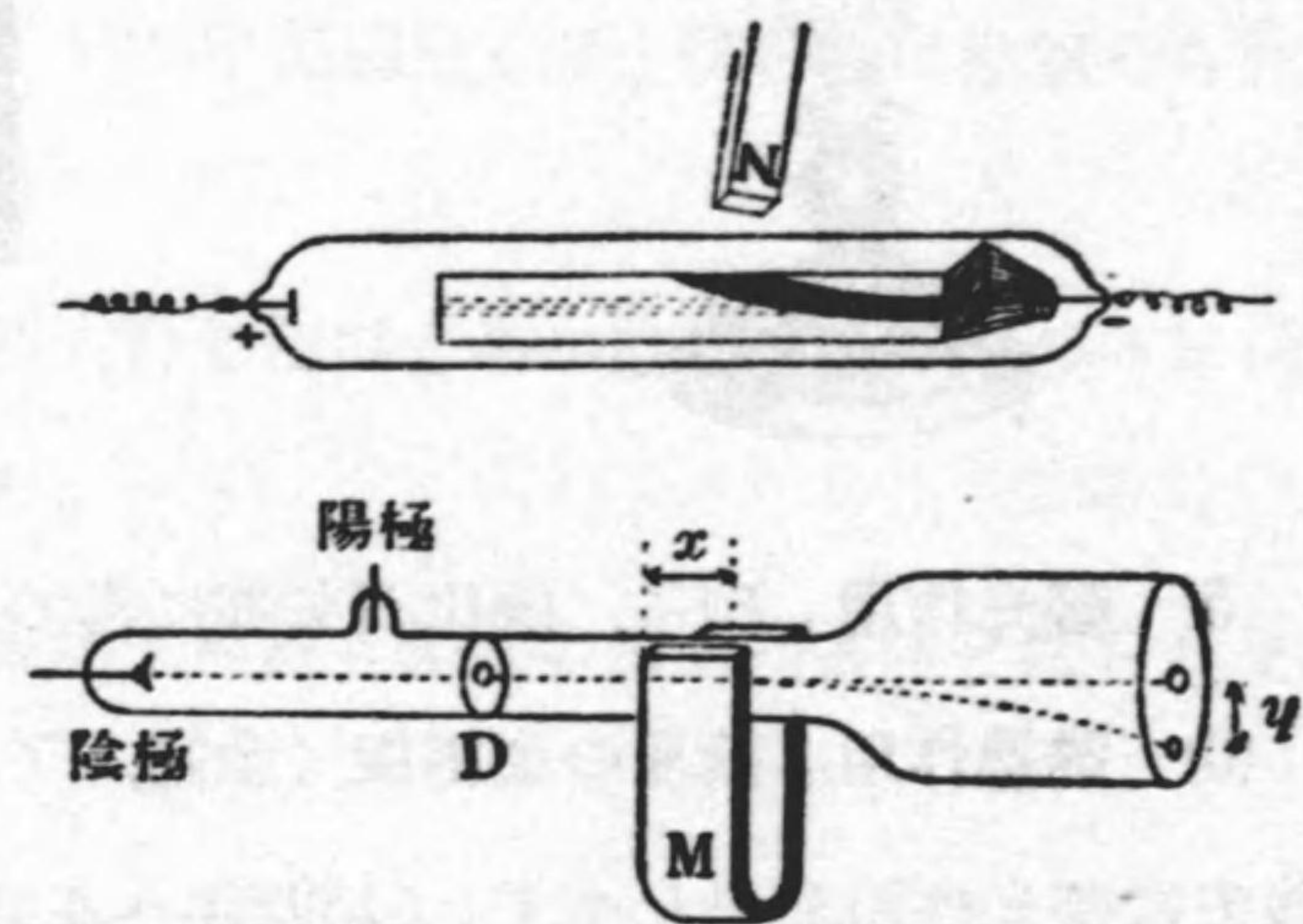
(I) 教授要項。

- (A) 實驗を行ひ陰極線の發出する時期(真空度)と陰極の對壁の黄綠色螢光に留意せしめます。
- (B) ガイスレル管の内光芒と、クルツクス管内の螢光との相違點を比較説話します。
- (C) 磁石 を用ひて螢光面を動かす實驗を行つて真空電流を想像せしめ、その方向を考へしめた後、電子が陰極面より飛び出してをる事實を説話し、先に考へた方向と對照します。



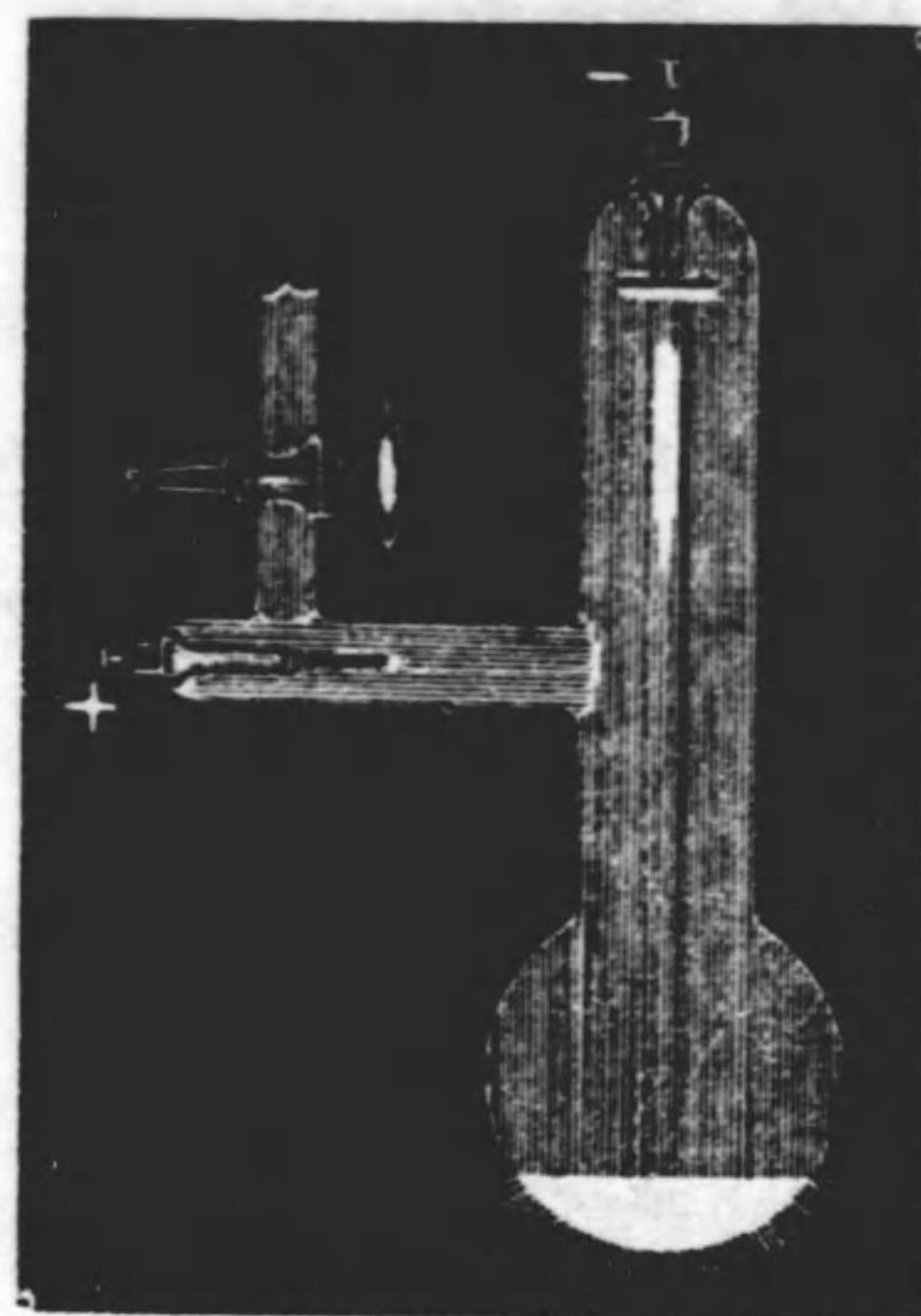
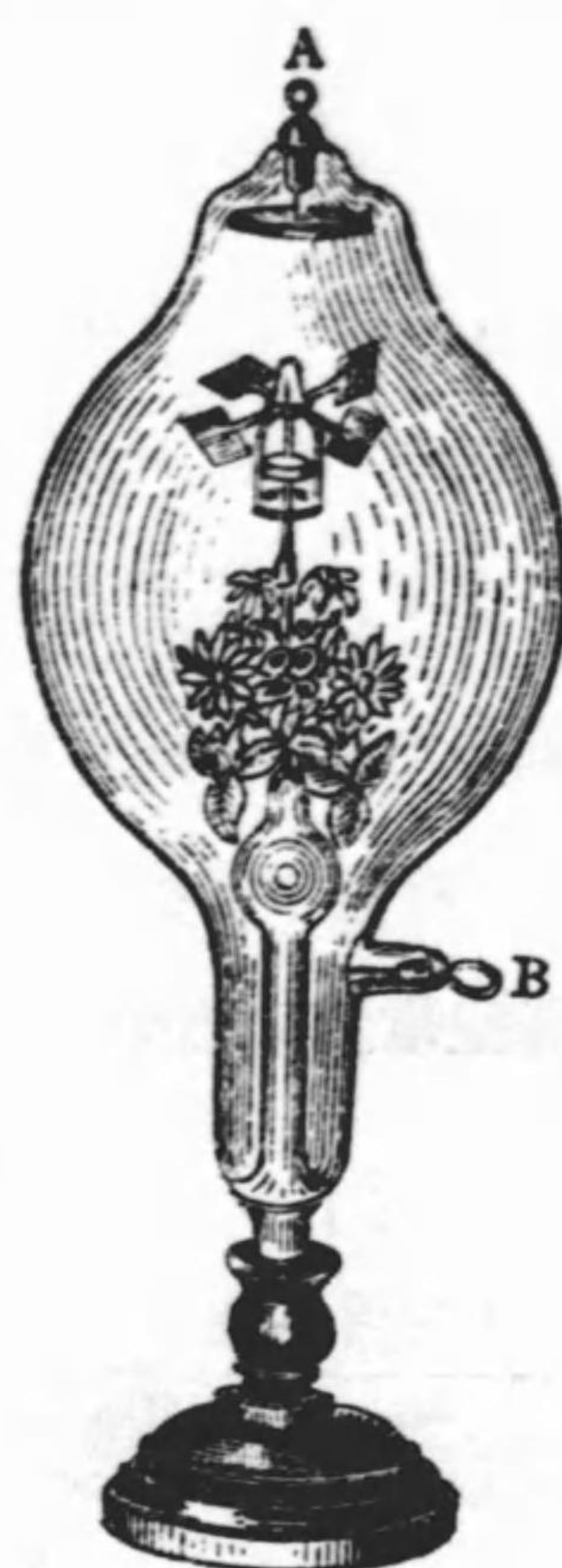
(D) 陰極線の性質諸作用 に関する實驗及び説話。

- (1) 本質。負電氣を帯びた微粒子の急速な流れで直進します。(速度光の約  $\frac{1}{10}$ ) 速度は陰極を出た後非常に増大します。
- (2) 遮斷。眼に見えない輻射線で、固體のために遮られます。實驗で白金板の後方に影をつくるものを行ひます。
- (3) 機械的の力。雲母の羽子を硝子軸に取附けたものを陰極線の進路に置いて廻轉せしめます。之から質量を持つことがわかります。
- (4) 熱作用。陰極を凹面にして、發出陰極線を陽極板中に集注せしめます





とその部分を赤熱します。



(5) 螢光作用。硝子、硫化石灰等に当てると螢光を發せしめます。

(6) 透過作用。薄層の金屬板（金箔、アルミニウム板等）を透過しその後方に螢光作用を呈します。（1892年ヘルツの實驗）。

(7) 電力及び磁力で進路を曲げます。（教科書挿繪の利用）。

(8) 衝突するものから電子を放出せしめます。（電離作用）。

固体に當つてその内の電子を放出せしめ、氣體に當つてその分子から電子を追ひ出してその氣體を電離せしめます。

(9) X線發出の原因。陰極線が急にその進路を止められる時にはX線を出します。

## (II) クルツクの人物及び其の偉業。

クルツクス(1832—1919) Sir William Crookes

は英國の有名な物理學者、化學者として知られてをります。彼は成功せる富



有な裁縫店主の子としてロンドンに生まれましたのは1832年のことでありました。1848年16歳にして皇立化學専門學校に入り、ホフマンの許で化學を學んでをりましたが、常に優秀な成績を示し、19歳の時「シヤン化セレンウム」に關する論文を發表してその卓見を表はしたので1852年から同校の助手に拔擢されました。

二年の後オックスフォードの氣象臺寫眞部技師となり、又チェスター實業學校教諭の職に就きましたが、其の間主として寫眞術を研究しまして、25歳の時それに関する論文を發表しました。

1861年自ら刊行せる化學雜誌に「サリウム元素の新發見」を發表するや、一躍一流の學者として認められ、1863年英國皇立學士院會員に推舉せられました。

1873年原子量測定の實驗に眞空天秤を用ひし事が動機となつて翌々年1875年ラヂオメーターを發明しました。

同年功績を認められて學士院會席上に於て榮譽ある帝室賞牌を送られました。

1879年から物質の稀薄氣體中に於ける状態の研究を眞空管中にて試みることを始めましたが、それに附帯して高い眞空度の管中で起る放電並にその放射體の性質等をも究明し、陰極線に對する識見の資料の多くを見ました。

1880年佛國學士院は金牌及び賞金を授與してその功績を表彰しました。

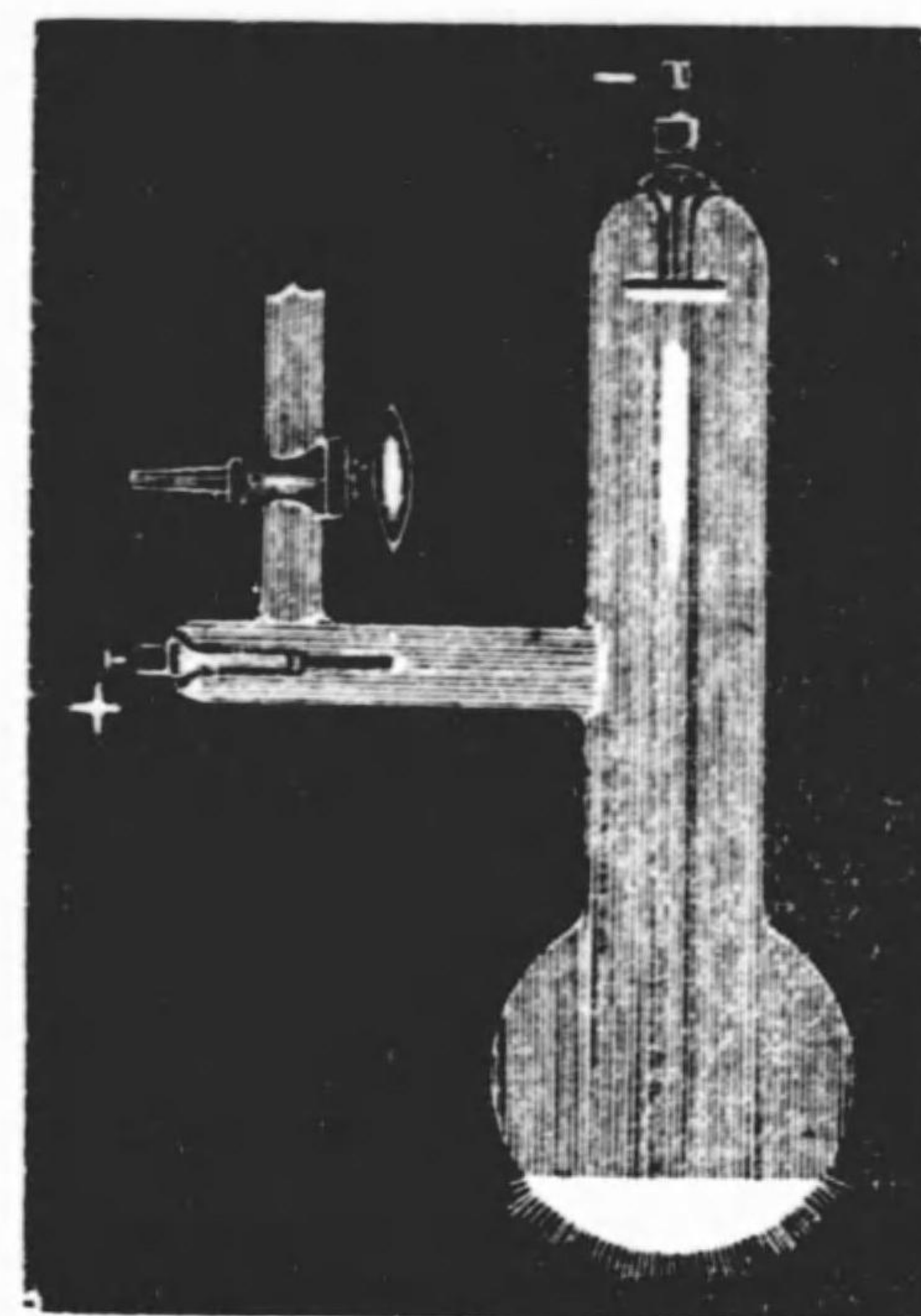
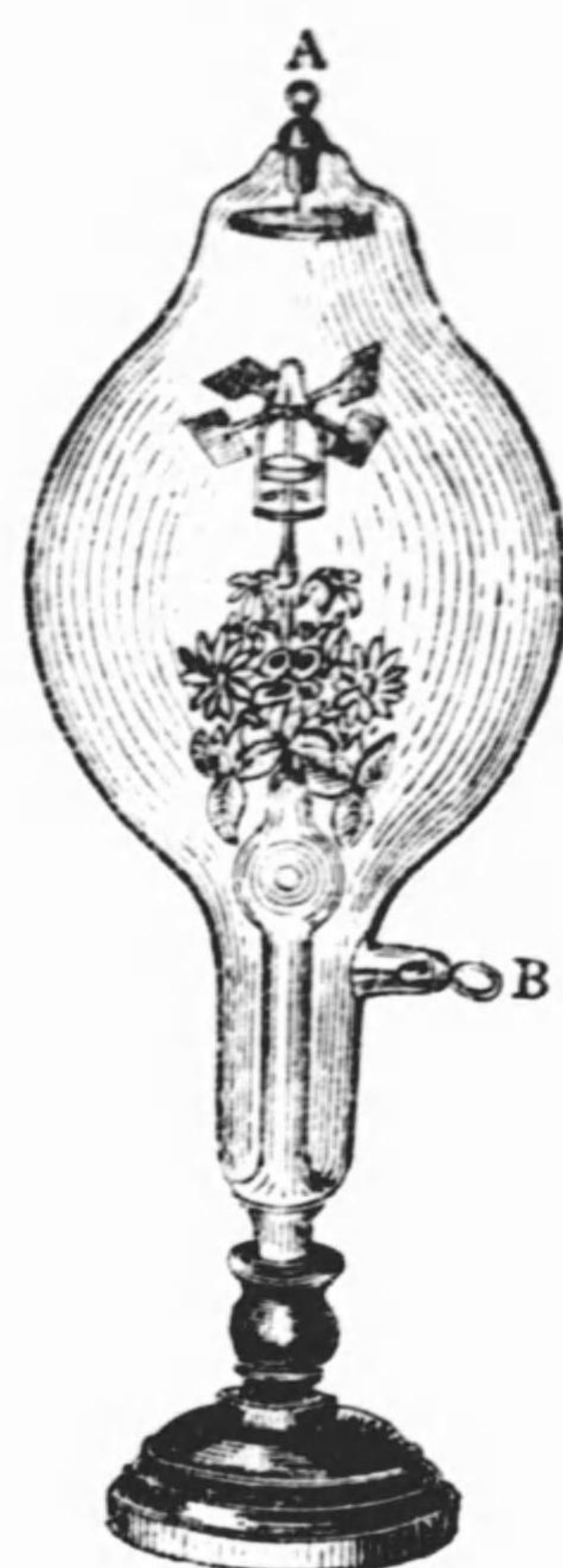
爾後同様なる研究を進めて高度の眞空管中に於けるガス體の粘調度、熱傳導度等の試験を行ひ、又陰極線に暴露された諸物質から發する燐光につきても研究しました。

1883年皇立研究所の講演會場に於て陰極線に關する調査を發表しその一放射體なることを論斷しました。

氏の偉業として數ふべきものには、此の他に猶新元素ウラニウムの發見、



とその部分を赤熱します。



- (5) 螢光作用。硝子，硫化石灰等に当てると螢光を發せしめます。
- (6) 透過作用。薄層の金屬板（金箔，アルミニウム板等）を透過しその後方に螢光作用を呈します。（1892年ヘルツの實驗）。
- (7) 電力及び磁力で進路を曲げます。（教科書挿繪の利用）。
- (8) 衝突するものから電子を放出せしめます。（電離作用）。

固體に當つてその内の電子を放出せしめ，氣體に當つてその分子から電子を追ひ出してその氣體を電離せしめます。

- (9) X線發出の原因。陰極線が急にその進路を止められる時にはX線を出します。

## (II) クルツクの人物及び其の偉業。

クルツク(1832—1919) Sir William Crookes

は英國の有名な物理學者，化學者として知られてをります。彼は成功せる富



有な裁縫店主の子としてロンドンに生まれましたのは1832年のことであります。1848年16歳にして皇立化學専門學校に入り，ホフマンの許で化學を學んでをりましたが，常に優秀な成績を示し，19歳の時「シヤン化セレンウム」に関する論文を發表してその卓見を表はしたので1852年から同校の助手に拔擢されました。

二年の後オックスフォードの氣象臺寫眞部技師となり，又チェスター實業學校教諭の職に就きましたが，其の間主として寫眞術を研究しまして，25歳の時それに関する論文を發表しました。

1861年自ら刊行せる化學雜誌に「サリウム元素の新發見」を發表するや，一躍一流の學者として認められ，1863年英國皇立學士院會員に推舉せられました。

1873年原子量測定の実験に眞空天秤を用ひし事が動機となつて翌々年1875年ラヂオメーターを發明しました。

同年功績を認められて學士院會席上に於て榮譽ある帝室賞牌を送られました。

1879年から物質の稀薄氣體中に於ける状態の研究を眞空管中にて試みることを始めましたが，それに附帶して高い眞空度の管中で起る放電並にその放射體の性質等をも究明し，陰極線に對する識見の資料の多くを見ました。

1880年佛國學士院は金牌及び賞金を授與してその功績を表彰しました。

爾後同様なる研究を進めて高度の眞空管中に於けるガス體の粘調度，熱傳導度等の試験を行ひ，又陰極線に暴露された諸物質から發する燐光につきても研究しました。

1883年皇立研究所の講演會場に於て陰極線に関する調査を發表しその一放射體なることを論斷しました。

氏の偉業として數ふべきものには，此の他に猶新元素ウラニウムの發見，



スピンスコープの發明、物質が一定時間中に放射するアルファ粒子の数の計算法等があり、又染色、製糖及び冶金等に関し、その卓見を集めた大著作があります。

歳80を超えて後も尙壯者を凌ぐ程の氣力を有し、皇立學士院會長、化學工業會長を兼任し斯界に活躍して居ましたが1919年87歳で永眠しました。

#### (附) 電子の名稱。

電子 (Electron) といふ名は1891年ジョンストニーが名づけたものであります。

#### 頁 節 107 109 X 線。

(I) 史實。獨逸ヴュルツブルヒ大學教授レンチエンが、1895年11月、黒い紙で包んだ真空管に放電せしめた所、漏出孔がないのに近傍に置いてあつた青化白金バリウムが螢光を出して何か放射線に感じてをるのを認め、それが動機となつてX線は發見されました。

この特性が世に發表された時程科學的事件で驚かされた事はないと言はれる程、全世界に大衝動を與へましたが、然し發見者にもその本質が何であるか知れないので「不明な輻射線」の意でX線と命名されました。

大體密度に反比例して物質を透過する好都合の特性があるので本質不明の儘で利用せられ、醫學、工學其の他諸種の方面に偉大なる貢獻をしました。

陰極線が對陰極板に急衝突をする時X線を發する次第が判明して後米國のクーリツヂは(1913年)電流で熱した金屬から出す電子を對陰極板に急突せしめる方法を探り、強大なX線を得た。この装置が即ちクーリツヂ管であります。

X線の本質に関しては或は電磁振動(獨のウイーヘルト、英のストークス)といひ、或は中性微粒子の放射(英のブラツグ)などと種々の説が學界に提案

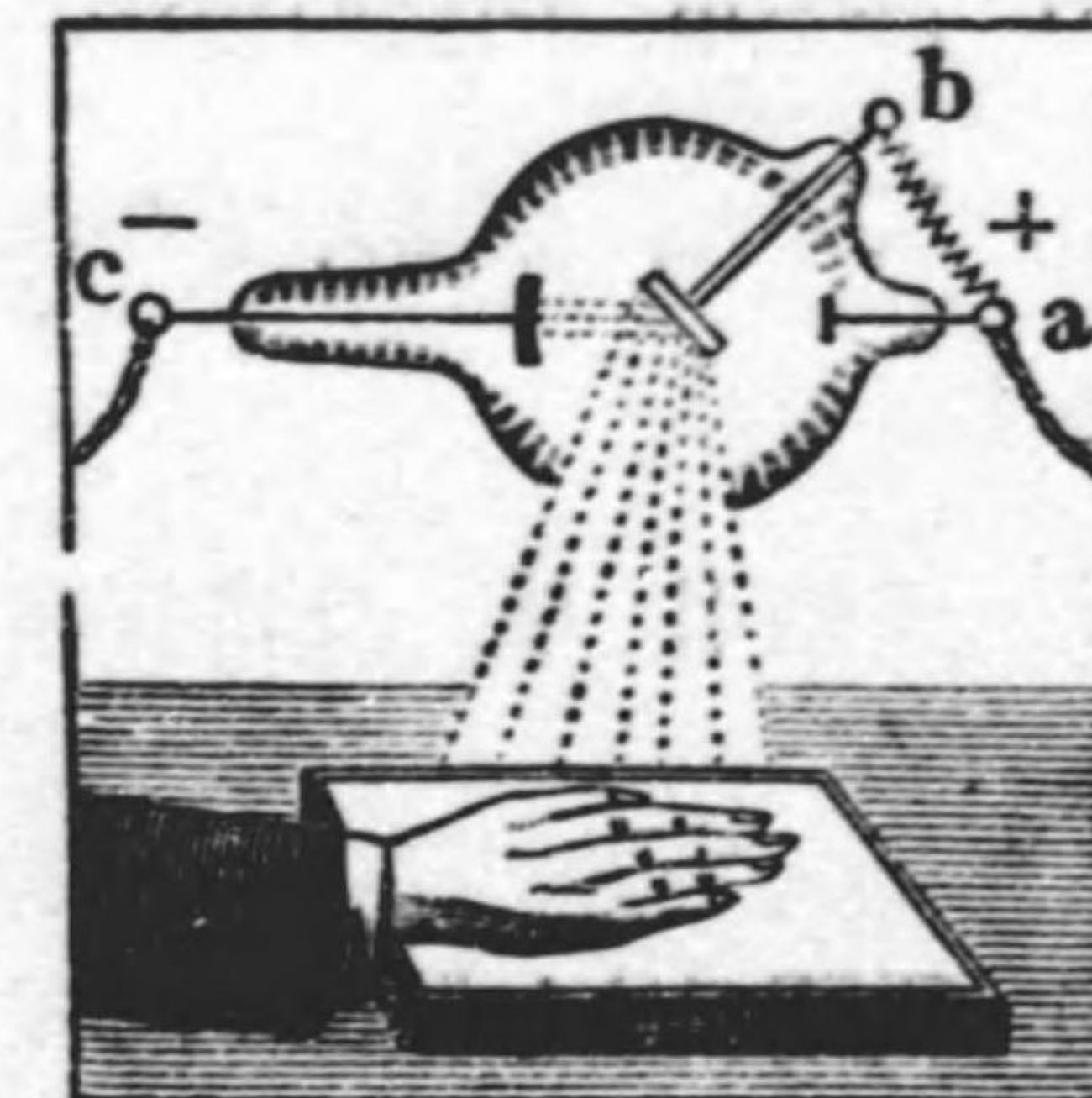
せられてをりましたが、1912年獨人ラウエがその干涉を實驗してから、光と同様な電磁波(但し波長甚小)であることが明かになり、その本質が知れました。それで今ではXなる名稱が不似合であります。

#### (II) 教授要項。

(A) 圖により陰極線を集注した對陰極板 からX線の出ることを説明します。

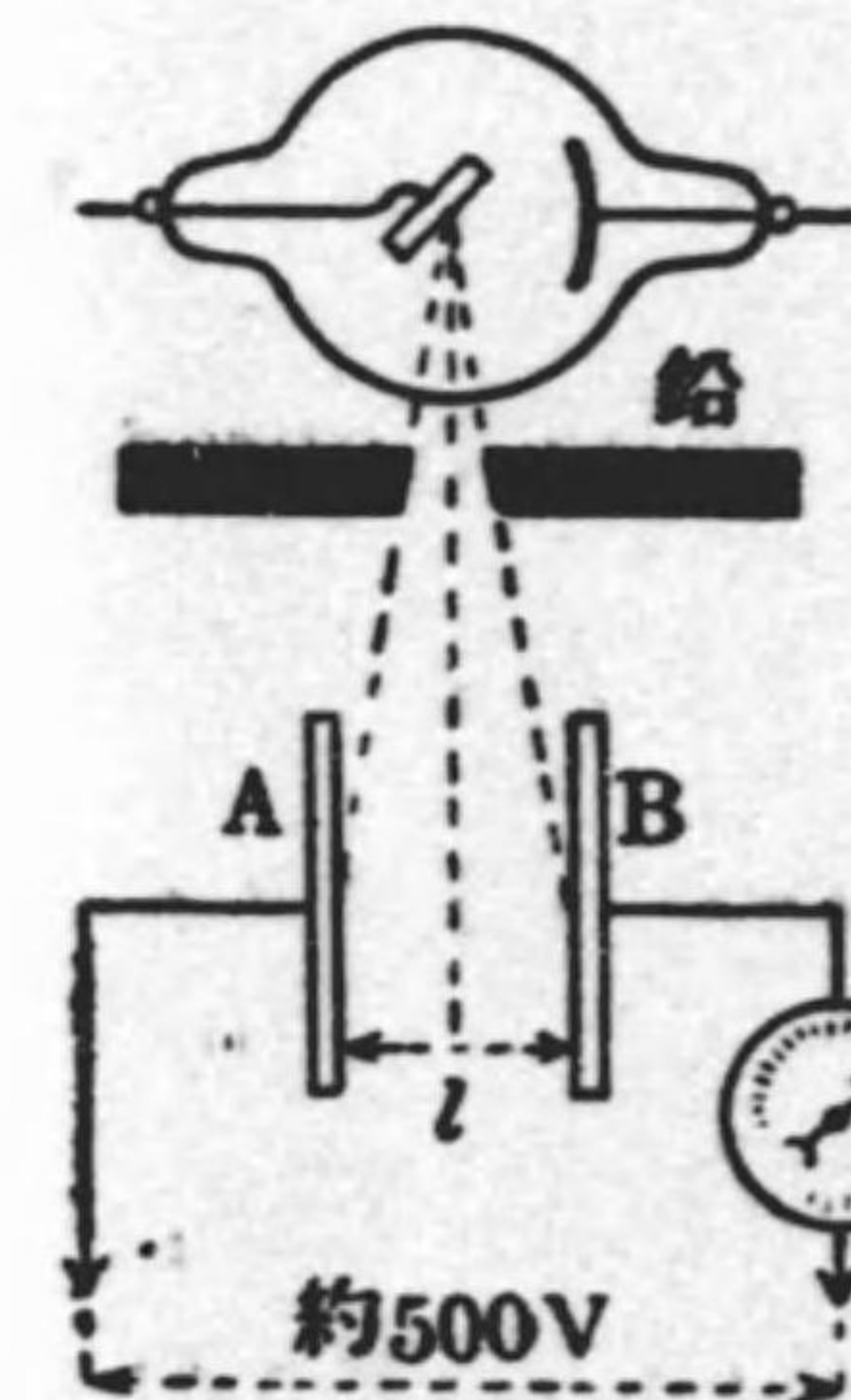
(B) 史實に關聯して實驗 します。

- (1) 螢光板の螢光。
- (2) 諸物質の透過、不透過。
- (3) 寫眞作用の實驗(右圖の如くして)。(取り框に入れ黒紙で包んだ儘のものの上に手を置いても寫せます)。



- (4) 氣體の電離作用。  
箔を開かせた驗電器に當てて見ること。

感應コイルの火花の飛び兼ねる廣さの兩極間にX線を當てると急に火花が飛び始めます。(X線で中間の空氣を電離するため)。



- (5) 直進して電力、磁力の作用を受けないこと。
- (C) X線の本質及び性質作用 等に関する説話。
- (1) 直進性あり眼に見えぬ輻射線であること。
  - (2) 透過性あり、物質をその密度に逆比例して透過すること。
  - (3) 螢光作用。

- (4) 電力、磁力でその進路をかへないこと。
- (5) 氣體を電離する作用のあること。
- (6) 寫眞乾板へ感光作用のあること。(化學作用)。



(7) 波長の極めて小さい電磁波なること。

(取捨事項)

(8) 生理作用強く皮膚に炎症を起すこと。

(俗にX線でやけどしたといふ)。

(9) 醫療的效果。細胞を破壊すること。

(D) X線の用途 に関する説明。

(1) 診断用, 内臓の模様や症状の検査に利用し, 又弾丸, 金属片等の存在を見るのに用ひます。

(2) 治療用, 痛, 皮膚病等の治療に利用します。

(3) 税関では包装物の内容を窺ふのに利用します。

(4) 金属材料内部龜裂の調査に用ひます。

(5) 原子が結晶体内で配列してをる模様を  
検査するに用ひます。



X線を扱ふ人とその身體を保護する装置

### (II) レチエンの人物及び其の偉業。

(レントゲンといふ人も多い。)レンチエン(1845—1923) Wilhelm Konrod Rontgen は1846年3月27日ラインランドのレンネツプに生まれました。

和蘭で初等教育を受けた後チューリツヒに學び, 1869年その大學でドクトルの學位を得ました。

後ヴイルツブルグ及びストラスブルグに於てクント (Kundt) の助手となりガス類の比熱につき研究する所がありました。

1874年より1885年までの間に於て, ストラスブルグ大學教授を振出しとして, ホーヘンハイム農學校, ギーセン大學等の教授を経て最後にヴイルツブ



Wilhelm Konrod Rontgen (1845—→1923)

(X線の發見者 レンチエン)



(7) 波長の極めて小さい電磁波なること。

(取捨事項)

(8) 生理作用強く皮膚に炎症を起すこと。

(俗にX線でやけどしたといふ)。

(9) 醫療的效果。細胞を破壊すること。

(D) X線の用途 に関する説明。

(1) 診断用、内臓の模様や症状の検査に利用し、又弾丸、金属片等の存在を見るのに用ひます。

(2) 治療用、痛、皮膚病等の治療に利用します。

(3) 税関では包装物の内容を窺ふのに利用します。

(4) 金属材料内部龜裂の調査に用ひます。

(5) 原子が結晶体内で配列してをる模様を  
検査するに用ひます。



X線を扱ふ人とその身體を保護する装置

### (III) レチエンの人物及び其の偉業。

(レントゲンといふ人も多い。)レンチェン(1845—1923) Wilhelm Konrod Rontgen は1846年3月27日ラインランドのレンネツプに生まれました。

和蘭で初等教育を受けた後チューリツヒに學び、1869年その大學でドクトルの學位を得ました。

後ヴイルツブルグ及びストラスブルグに於てクント(Kundt)の助手となりガス類の比熱につき研究する所がありました。

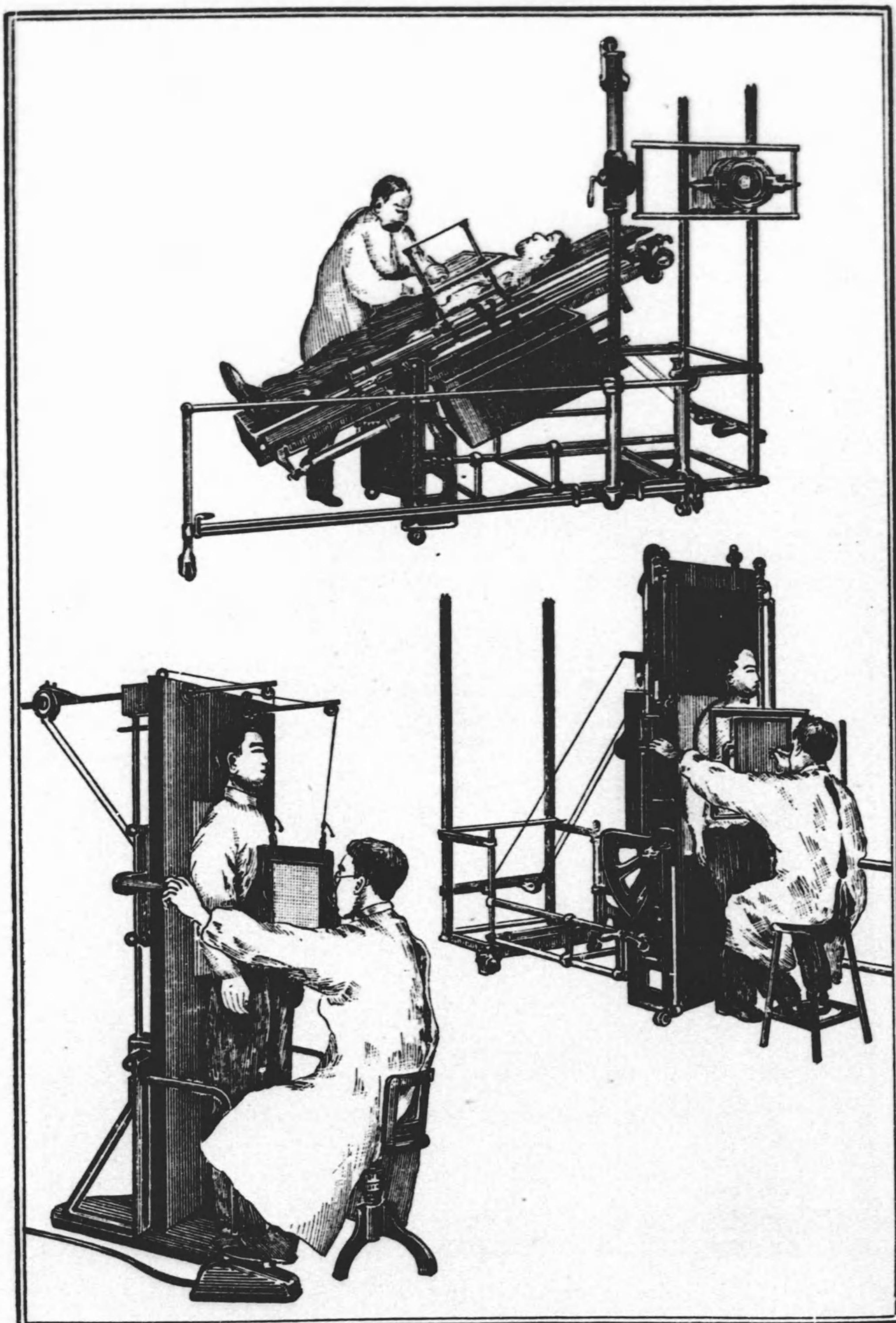
1874年より1885年までの間に於て、ストラスブルグ大學教授を振出しとして、ホーヘンハイム農學校、ギーセン大學等の教授を経て最後にヴイルツブ



Wilhelm Konrod Rontgen (1845—1923)

(X線の發見者 レンチェン)





X線による診断各種

ルグ大學教授に轉じ、10年の後X線の大發見を致しました。

後又ミュンヘン大學物理學教室主任兼實驗物理學教授となりましたが1919年總ての公職を辭して引退しました。

毛細管現象、彈性結晶體に於ける熱の傳導、熱電流、電磁氣と偏光との關係、ガス體の熱線吸收等その研究は物理學の全般に互つて多數にあります、何れもX線發見の偉業のために全く眩惑されてをる有様であります。

1896年レナルド教授と共に英國皇立學士院のラムフォード賞牌を受け、1901年はノーベル賞金をも受けました。

1923年2月10日78歳でミュンヘンに永眠しました。

#### 頁 節 109 110 放射能。

##### (I) 放射性物質の研究に関する史實。

1896年パリーのソルボンヌ大學教授アンリー、ベクレルはウラニウム鑛の燐光作用の検査に持ち出した一鑛石を、曇天のため日光に當てないで始末せしに、暗室に於てその下に在つた黒紙に包まれし寫眞乾板にそれが作用を及ぼした事を發見しました。

驚くべき事には其の際その鑛物と乾板との間に在つた銀の小片が黒い影をそれに印してをりました。

更に實驗を重ねて居る内にウラニウム化合物は常にこのやうな作用を表すことを知り、之を一種の自然放射線と見做しました。

この放射線は以上のやうな透過性を有する外、寫眞作用、氣體の電離作用等皆X線と同様であつたのでベクレル線とも呼ばれてをりました。

次いでシュミットナトリウム鑛石にこの作用のあることを知り、又キューリー夫妻は1898年ウラニウム鑛ピッチブレンドの研究に於て非常な強作用のあるものを發見し、夫人の手で極めて微量ではあつたが分析によりそれを取



り出しました。

その一をラヂウムと呼びました。

このラヂウムはその作用が強大で、純ウラニウムの二百萬倍の作用をする放射線を出すので、之から驚異すべき幾多の研究が進められました。

即ち1899年から1900年にかけてステファン、マイヤー並にシュワイドラーがその内に磁場で陰極線と同様に曲げられる部分(β線)の有ることを見出し、1903年にはラザフォードが陽性のもの(α線)を屈曲し得たので大いに研究の道程が開発せられました。

ここにラザフォードはラヂウム放射線が三種の異なつた放射線よりなる事を観破し、夫々α線、β線、γ線と名づけました。

α線と呼ばれる陽帯電のものは厚さ0.05ミリメートル程のアルミニウム箔で吸収せられますが、陰極線に類するβ線は数ミリメートルのアルミニウム板をも通過し、第三のγ線はその透過能はX線以上で厚さ50センチメートルのアルミニウム板ならではそれを吸収し盡くし得ない程度のもので、その諸作用全くX線と同様であることまで明かになりました。

1908年ラザフォードとガイガーはα線粒子の数を電氣的に記録せしめることでα粒子の荷電が水素イオンに2倍してをること、及びそれが陽帯電のヘリウム原子なることを明かにしました。所がラムゼーとソツヂーとは1903年既に放射性物質からヘリウムの分離することを化學的に検出し、分光器に顯はれるスペクトルから確かめて居たとの事であります。

キュリー夫妻はラヂウムの発見後間もなくラヂウムに近接して居たものが放射性を有する如くなる事を認めました。ラザフォードもトリウムにつき同様なことを発見しましたが、後それはそれ等から出るエマナチオンの作用であることを知りました。次にそのエマナチオンも僅かの後に亦消失して他の放射性の微粒に變じてしまふ事までをも認めました。

そこで1902年ラザフォードは放射性物質の崩壊理論を提唱し、原子が放射線を出して他のものに變じて行く徑路を明かにしました。その崩壊に當つてα線を出しますと變成物は4(ヘリウムの原子量)づつの原子量を減少するので、α線がヘリウム原子の陽核の飛び出たものであることが益々明かに立證せられる事になりました。

1910年にはキュリー夫人によつて金屬ラヂウムが遊離的に取り出され、見るからに銀白色の美しい輝きを顯はしてをりましたが、短時期間で變色したとのことあります。(是までは臭化ラヂウム $\text{RaBr}_2$ の形で取扱つて居て、その遊離が出来なかつた次第であります。今猶ラヂウムと稱して市場に出るものは皆この臭化ラヂウムであります。)

## (II) 教授要項。

(A) 史實を背景としてベクレル及びキュリー夫妻の研究、放射性物質、放射能等に関する説話をします。

(B) 三種放射線とその分離法 に関する説話。

(C) ラヂウム及び三放射線の性質 に関する説話。

ラヂウムは化合物となつて種々の礦物の中に含まれてをります。我が國の苗木石(岐阜縣産)、北投石(臺灣産)の如きも少量に含んでをりますが、之を最も多く含んでをるのは奥太利産のピツチブレンドであります。

キュリー夫人は之に複雑な操作を加へ、18箇月の久しきに互つて分析を重ね臭化ラヂウムを取り出しました。

アルカリ土金屬中のバリウムに最も類似してをる化學性を有し、放射性の最も強大な元素で、従つて硫化亜鉛、白金青化バリウム等に對し強い螢光作用を呈せしめます。

(附) 岡山醫專で嘗て治療用のラヂウムが、過つて患者にアルミニウム管に封じた儘飲み込まれた時に、暗室で白金青化バリウム螢光板で試しました



所、その腹部の直前で強い螢光が現はれ、既に腹部に入つてをることが知られた事實もあります。

暗所で肉眼で認められることが出来る程度の發光を伴ふのみならず、發熱作用も亦強く、1 グラムにつき毎時間 100 カロリーづつの熱量が發出せられます。

ウラニウムの呈する寫眞作用の百萬倍の強さで寫眞乾板に作用するのみならず、爆鳴ガスを爆發せしめ、白糖を黄褐色に變色するやうな化學作用をも呈します。

(附) 嘗て某博士が白糖を同じ靴に臭化ラヂウムのプレパラートと共に同封して、シベリヤ鐵道により歐洲から歸られた所、途中でその白糖が黄變してしまつたとの事であります。

ガス體を電離する作用殊に強く、その微量もよく開いてをる驗電器の箱をば閉ぢさせます。

(附) 温泉や冷泉のラヂウム含量の検査に使用するフォンタクトスコープは要部に一種の金屬箔驗電器を有し、豫め與へる電氣でその箔を開かせた上、温泉で液をくゞらせた空氣をその床下に導き、箔の閉ぢる速さを見て検査を行ふ装置になつてをります。

ラヂウム及びその崩壊成生物から出る放射線には  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  の三種がありまして、次のやうな性狀作用を呈します。

$\alpha$  線。陽電氣を帯びたヘリウム原子の放射するもので、磁場で少しく曲ります。0.05 ミリの厚さのアルミニウム箔に吸収される位でありますから、その透過は強くありますが、強く氣體を電離し、螢光作用を強く顯はします。

$\beta$  線。電子の放射するもので、従つて陰極線に非常によく似てをりますが、それよりも少しく大なる速度を有してをります。磁場では  $\alpha$  線と反對の方向に強く曲げられ、(教科書の挿繪利用) ます。





Madame Curie (1867—1934)

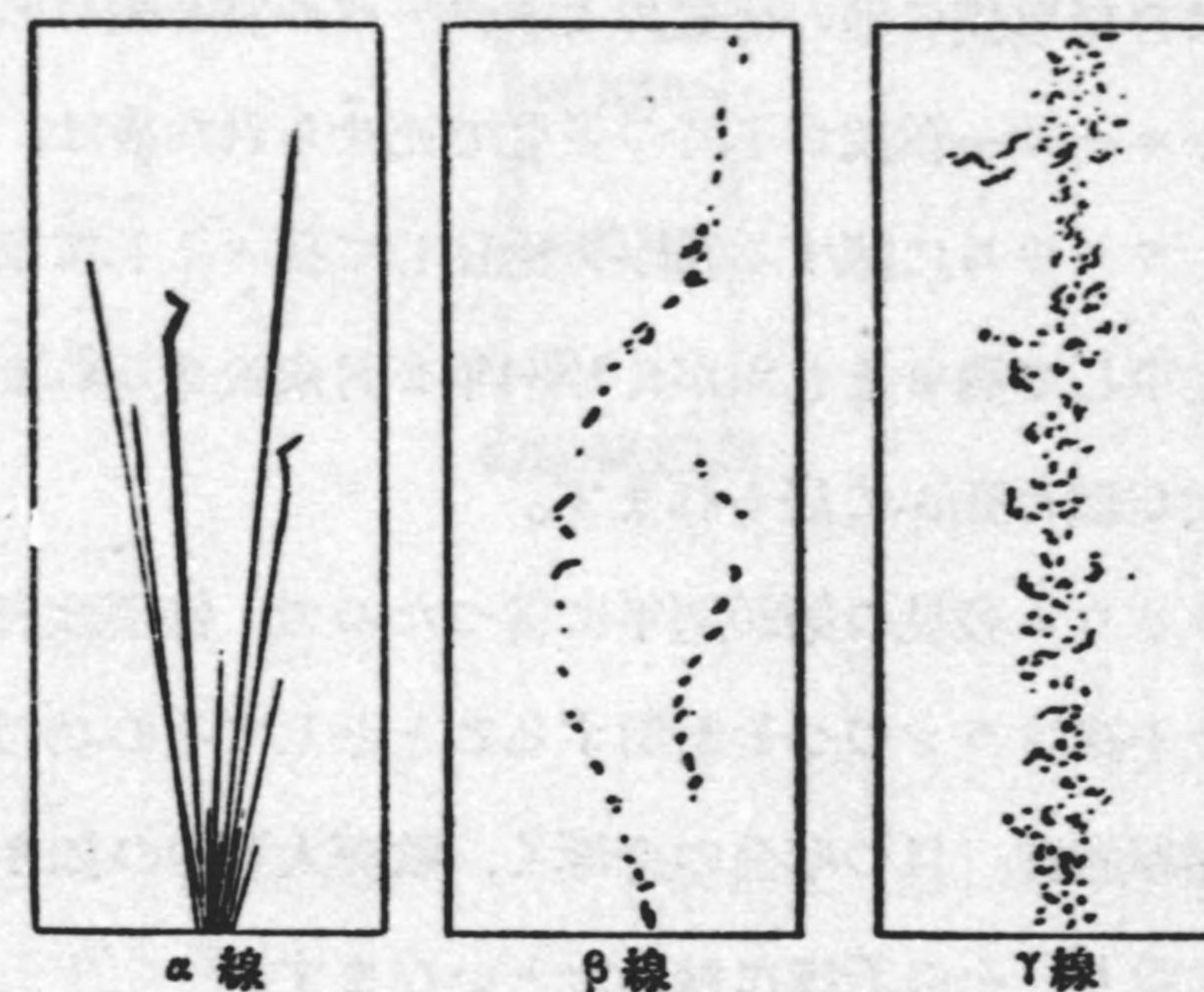
(ラヂウムの発見者 キューリー夫人)



透過力は $\alpha$ 線の約100倍で、強い寫眞作用があります。

$\gamma$ 線。X線よりも更に波長の小さい(後出、電磁波波長表参照)一種の電磁波で、その總てがX線によく似てをります。全く中性で荷電なく、従つて磁場の影響を受けず直進します。

その透過力は $\beta$ 線の更に100倍で三放射線中最大値を有してをります。



(三放射線の路筋)

(D) 燐光鏡の實驗及び説話。この實驗は成可く完全に近い暗室を選ぶことが必要であります。

又眼が暗室に充分慣れないと明滅する螢光を見難いものであります。依つて5分乃至10分間は生徒を暗室内に靜坐せしめ、然る後レンズを通じて覗かしめるやうにするのが良方法と思ひます。

## (II) キューリー夫人の人物及び其の偉業。

キューリー夫人 Madame Curie (1867—1934) は1867年露國ポーランドワルソー府の高等學校長の次女として生まれました。同地で中等教育を終へた後、佛國に遊學してパリーのソルボンヌ大學に學び、ベクレル教授指導の下に放射性物質の研究を行つたのが動機となつて、今日の大成を見るやうにな



りました。

その大學卒業後ピエール、キュリー教授に嫁して共に礦物の放射能を研究し、1898年、年齢漸く31歳にして奥太利産のピッチブレンドより有名なるラヂウムを分離製出しました。

この功によつて1903年キュリー夫妻はベクレルと共にノーベル賞を授けられ1911年夫人は再び單獨に他の研究によりノーベル賞を授けられました。

ピエール、キュリー教授が不時の災厄で死せられた後は、ソルボンヌ大學教授となり、ラヂウムに関する講座を擔任して孜孜として斯學の研究に又後進の指導に従事して居りましたが、1934年2月永眠せられました、その後には夫人の長女が職を襲ふて居られます。

大正13年はラヂウム発見の第25週年に當つたので、佛國政府はそれを機會として爾後年金十萬フランづつを贈與することとしてその功績を賞しました。

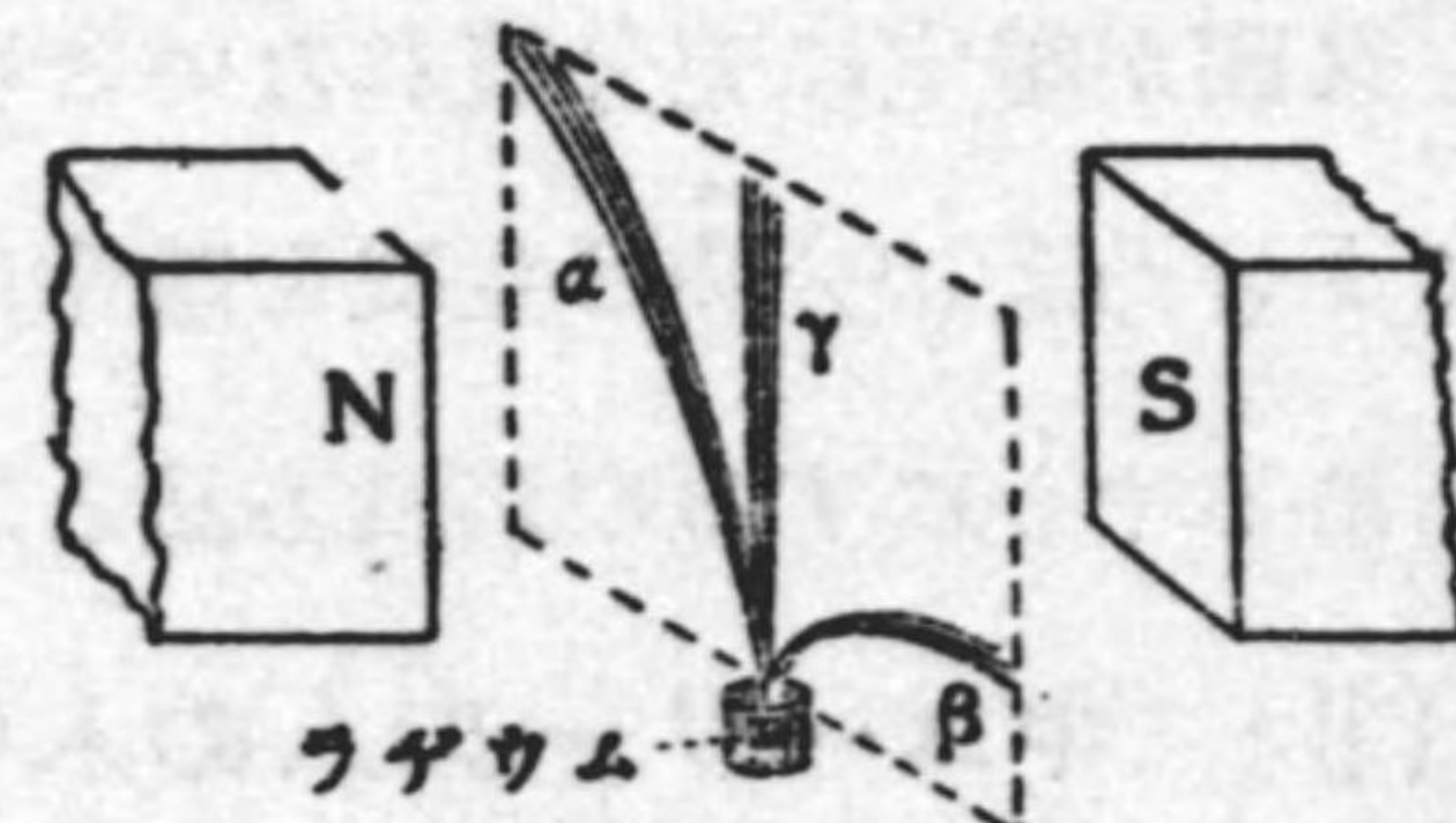
夫人は天性温厚寡言、且つ奉公の念厚く、歐洲大戰中の如き身を挺して傷病兵の治療に當たり、その看護に勉めたといひます。

## (II) 参考資料。

### ◎ラヂウム放射線分離に関する圖示の例。

教科書所載の如き圖示法も簡單であるが、その磁場との關係を明示するには右圖の如き圖案によるのがよいと思ひます。

圖は中央に在る圓筒形の蓋なき鉛函中から出る三種のラヂウム放射線が磁場の



影響を受けて三種に分離せられた模様を示してをります。

$\alpha$  粒子の進行は電流の場合の如く磁場の作用を受けてその方向を變じ、 $\beta$  線はその反對の方向に強く曲げられてをるが、之も電流に關聯せば逆方向のものとして説明が容易である。

$\gamma$  線は中性でその方向をかへないで直進する有様が示されてをります。

### ◎スピンスコプの縦斷的圖示。

次圖はスピンスコプの縦斷的圖示法を示したものであります。

Lはレンズ、Rは臭化ラヂウムを塗附した針、Sは硫化亞鉛板を示してをる。





# 第五編 力及び運動

## 第一章 力

頁 節  
111 111 力の三要素。

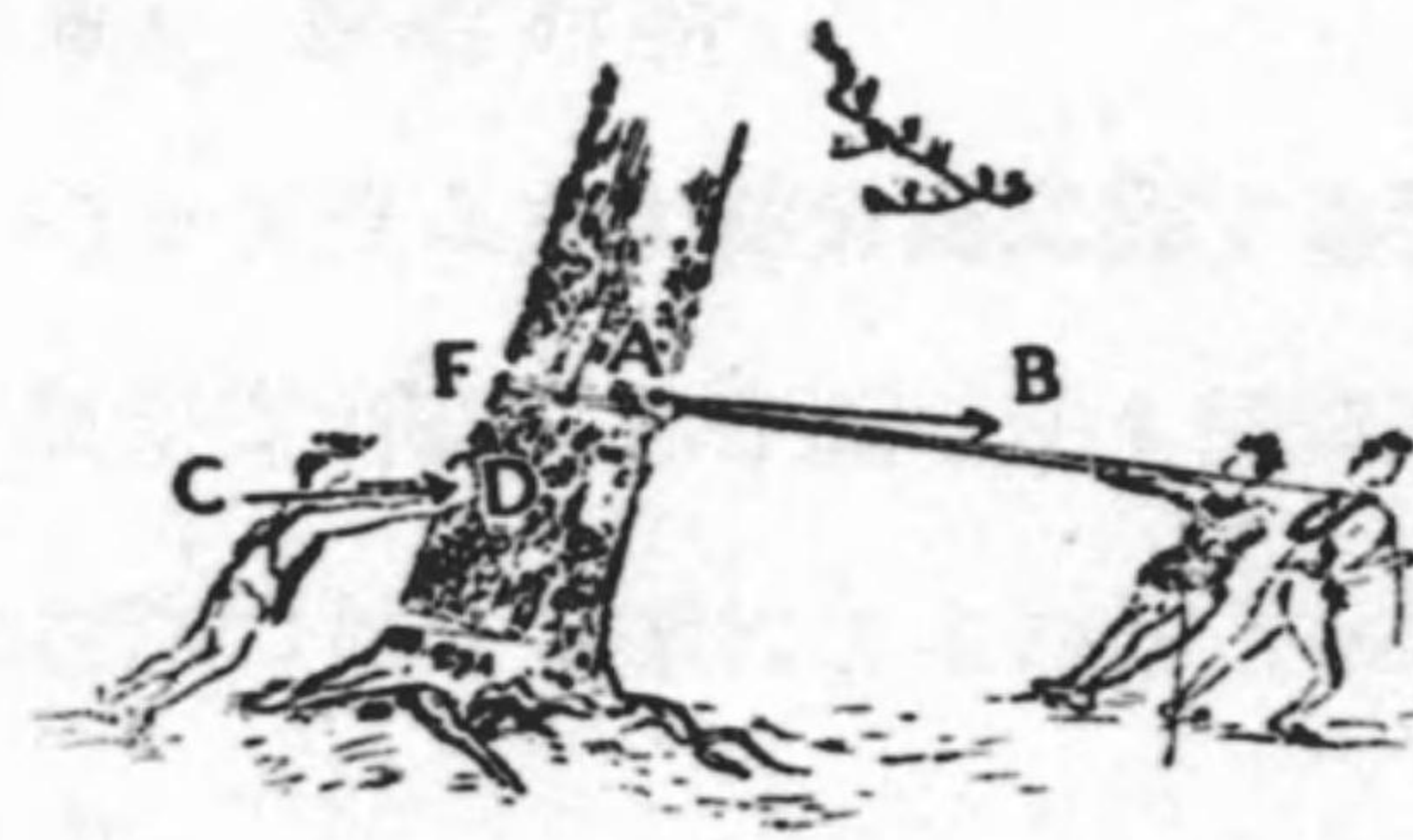
### (I) 教授要項。

(A) 力の決定上の要件として三要素を必然的に定めしめます。「如何なる點に、如何なる方向に、幾何大の力が働くかを示さなければ適用する力の考察は出来ないことを示します。」

(B) 力の代表線の圖示要件を解かせしめること。

(C) 剛體を假想物として提示し、剛體的の取扱ひを固體に作用する力は、その作用線上任意の位置に作用点を移し考へてよいことを知らしめます。

(II) (注意)。作用點は力の直接に加はる點、働の物體に及ぶ點として示し且つ取扱ふことが必要であります。



左圖に於て人は力を繩に加へてをりますが松の幹につき考へますと作用點はA點となります。之にはF點と考へる式もあります。又物點を押す如き場合には作用點を矢印の前に置く特例が

ないでもありません。CDの如きがその例であります。

頁 節  
111 112 合力及び分力。

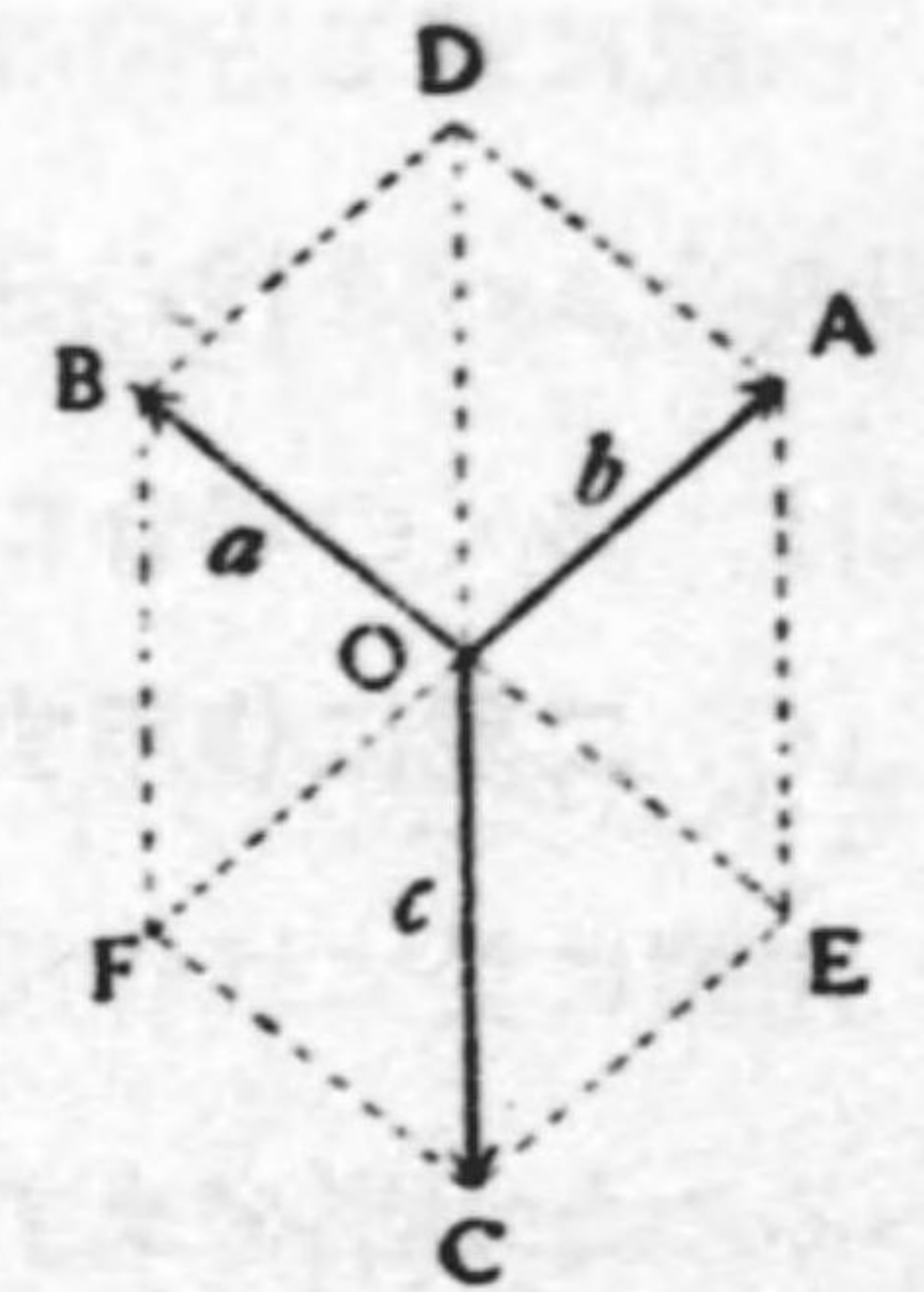
### (I) 教授要項。

(A) 力の合成分解及び合力分力の關係を解く。

(1) 圖 225 の如き場合を考へしめ (I), (II) は代數和として取扱ふ。

(2) 教科書の圖を利用し、一點Oに作用して釣合へる三力に關し其の任意の二力の代表線を以て作る平行四邊形の對角線が他の一力の代表線と等大で反方向に在ることを知らしめます。

その總てに互つて二力の合力を求めて見ると右圖の如くなり、全系が見られます。

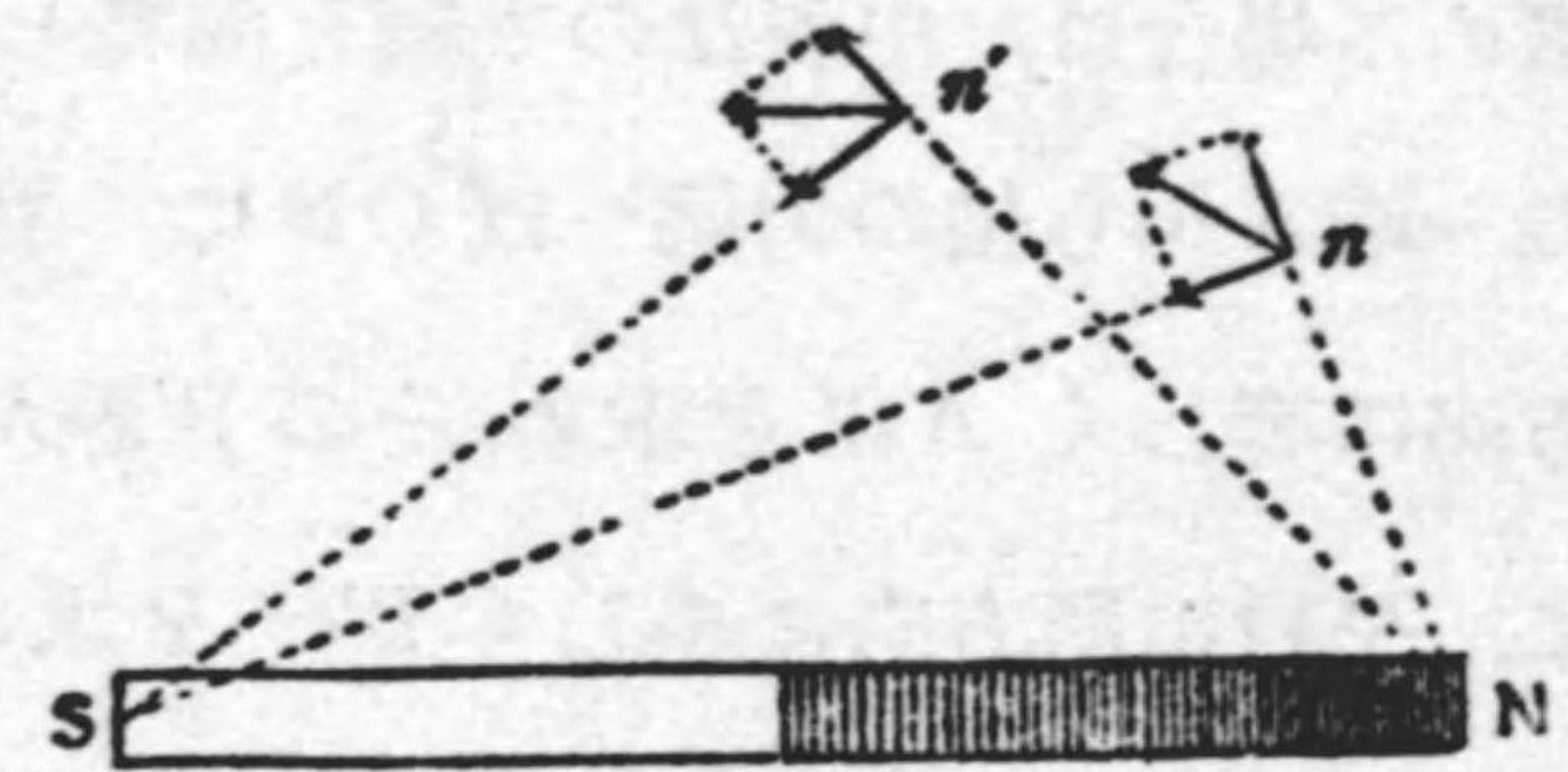


(B) 力の中斜法の定義及び分力の求め方。

(C) 四年以下の教材で力の合成分解を知らざりしため簡略された教材精説加入。

(1) 磁石の周圍に於ける各點の磁場の方向と指力線との關係。

次圖の如く磁石 N,Sの磁場内の一點に n 極を想像し、それに作用する磁石の兩極の合力を求めて磁場の方向を考究せしめ、之が指力線に各點に於て切線をなすことを窺はしめます。



(2) 地磁氣の三要素の一つである

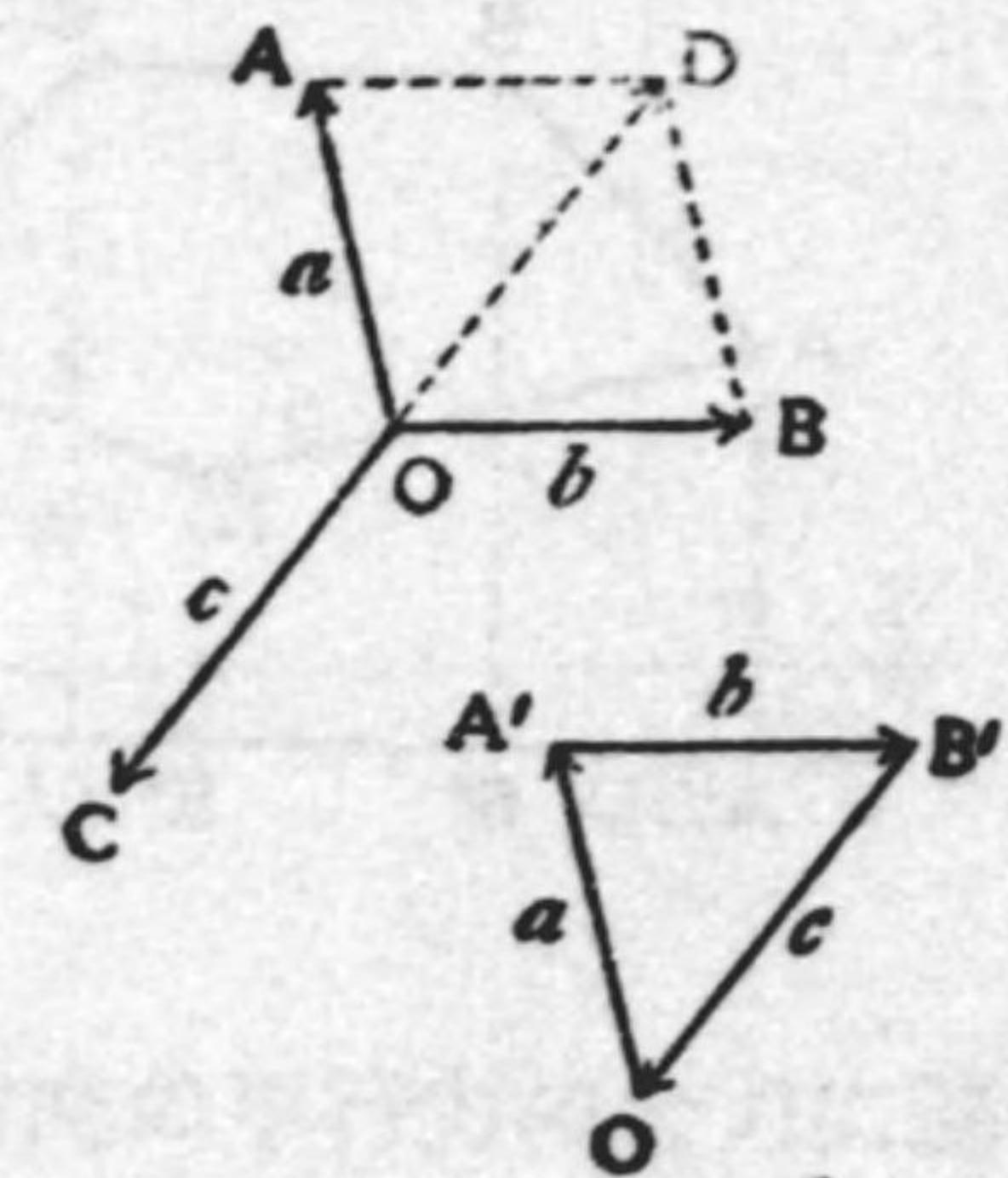
水平分力につき力の分解の關係から窺はせませす。

### (II) 取捨事項。

(A) 一點に作用して釣合つてをる三力の大きさと方向とを相對的にして三角形をつくと、完結せる三角形が出来その大きさ方向が丁度當該三角形の三邊に一致する。

右圖はそれを示してをります。

(B) 直角分力。與へられた一力OFを一つの與へられた方向OXとそれに直角な方向OYとに分解する場合に、そのOXの方向の分力OxはF點からOX

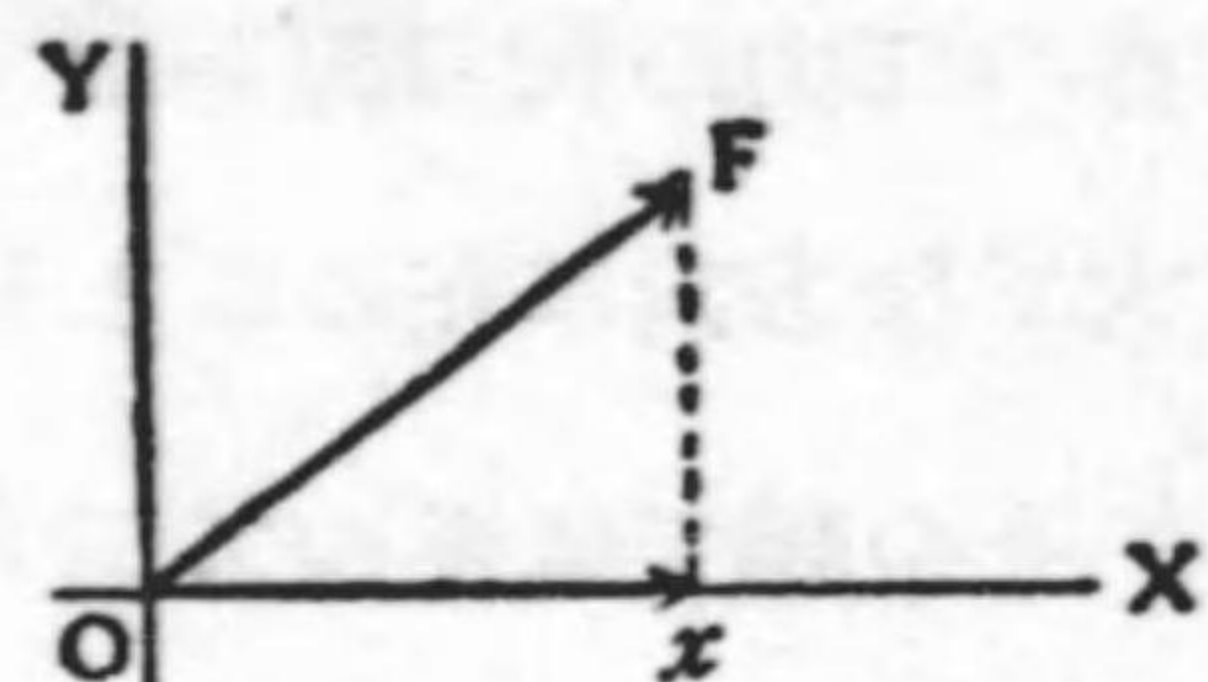




に下した垂線の足  $x$  と  $O$  とを連結した線で代表せしめ得られる。之を  $OF$  の  $OX$  に分けた直角分力といひます。

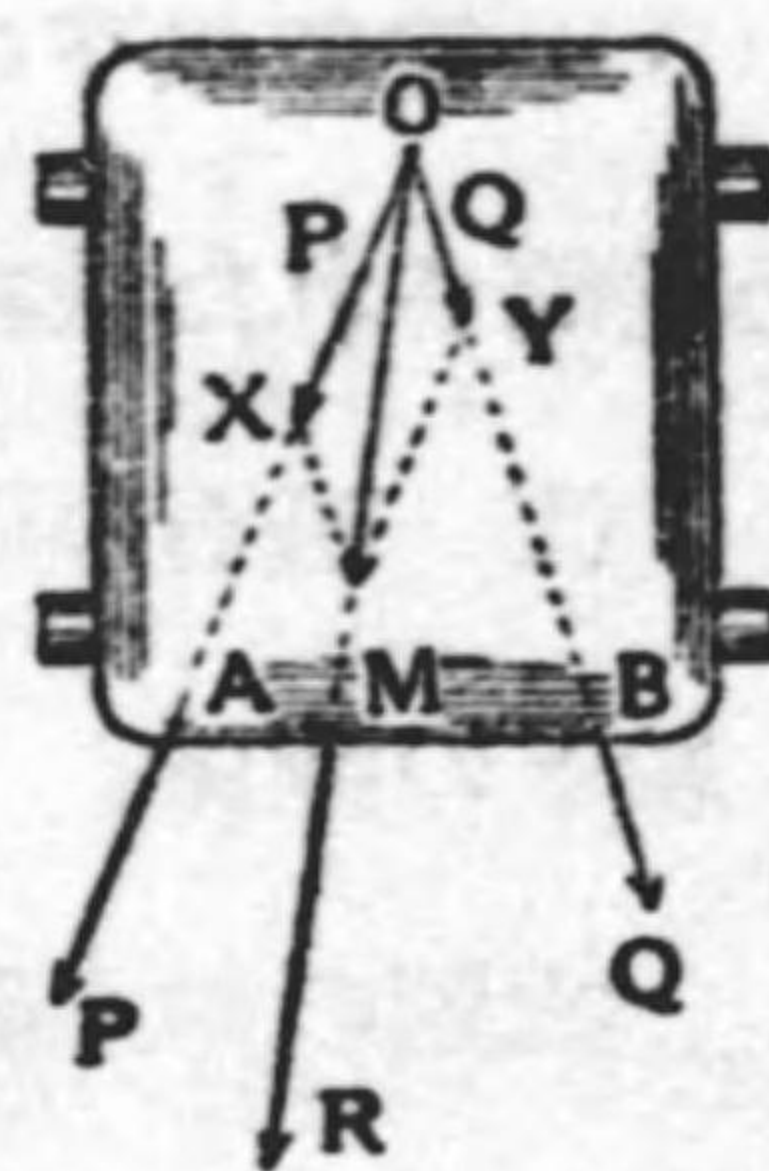
又  $Ox$  を單に  $OX$  の方向の分力といひます。

一般に或る方向の分力とのみ指定し、之と組み合ふべき他の分解方向を指定してない時には、多くの場合この直角分力を意味します。



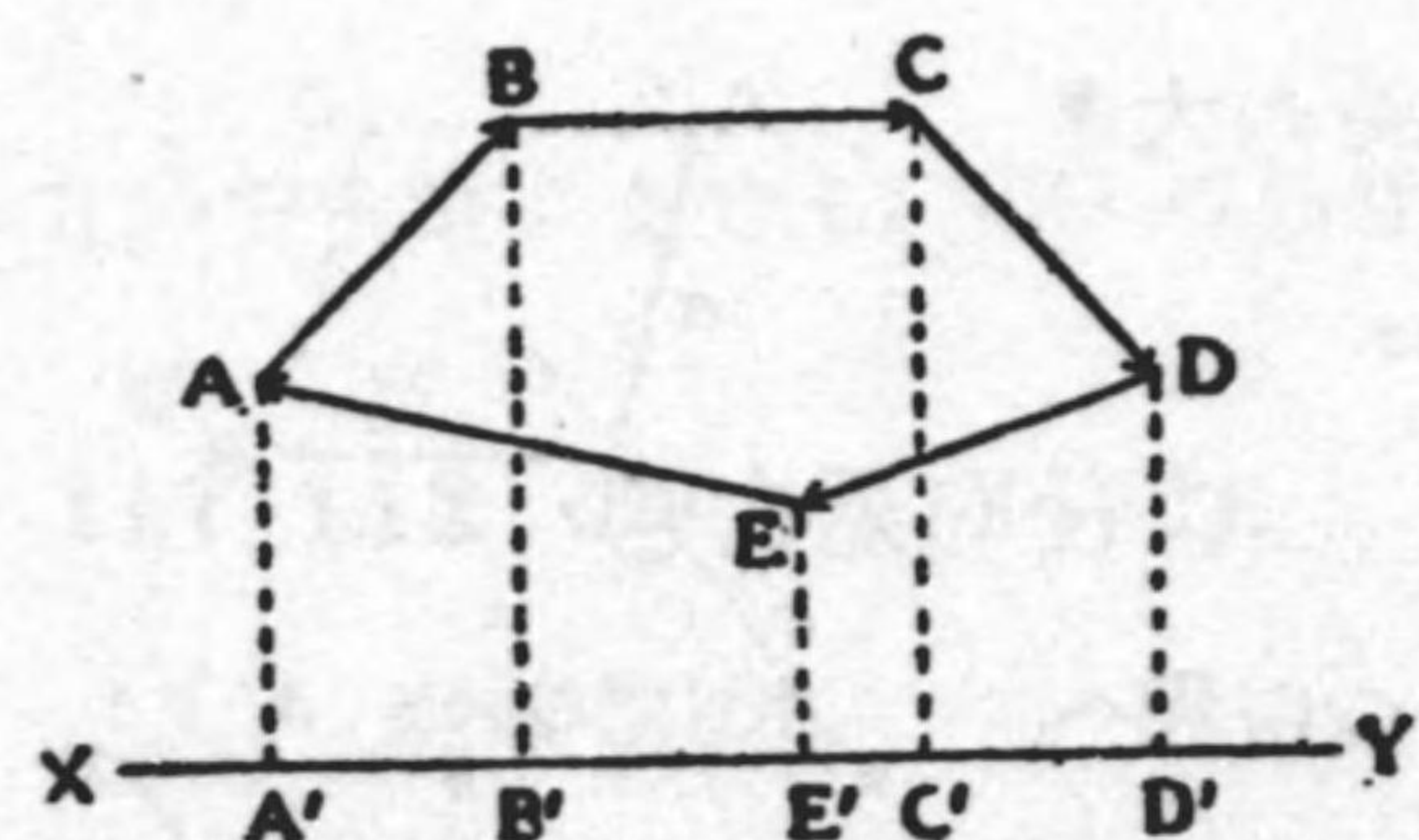
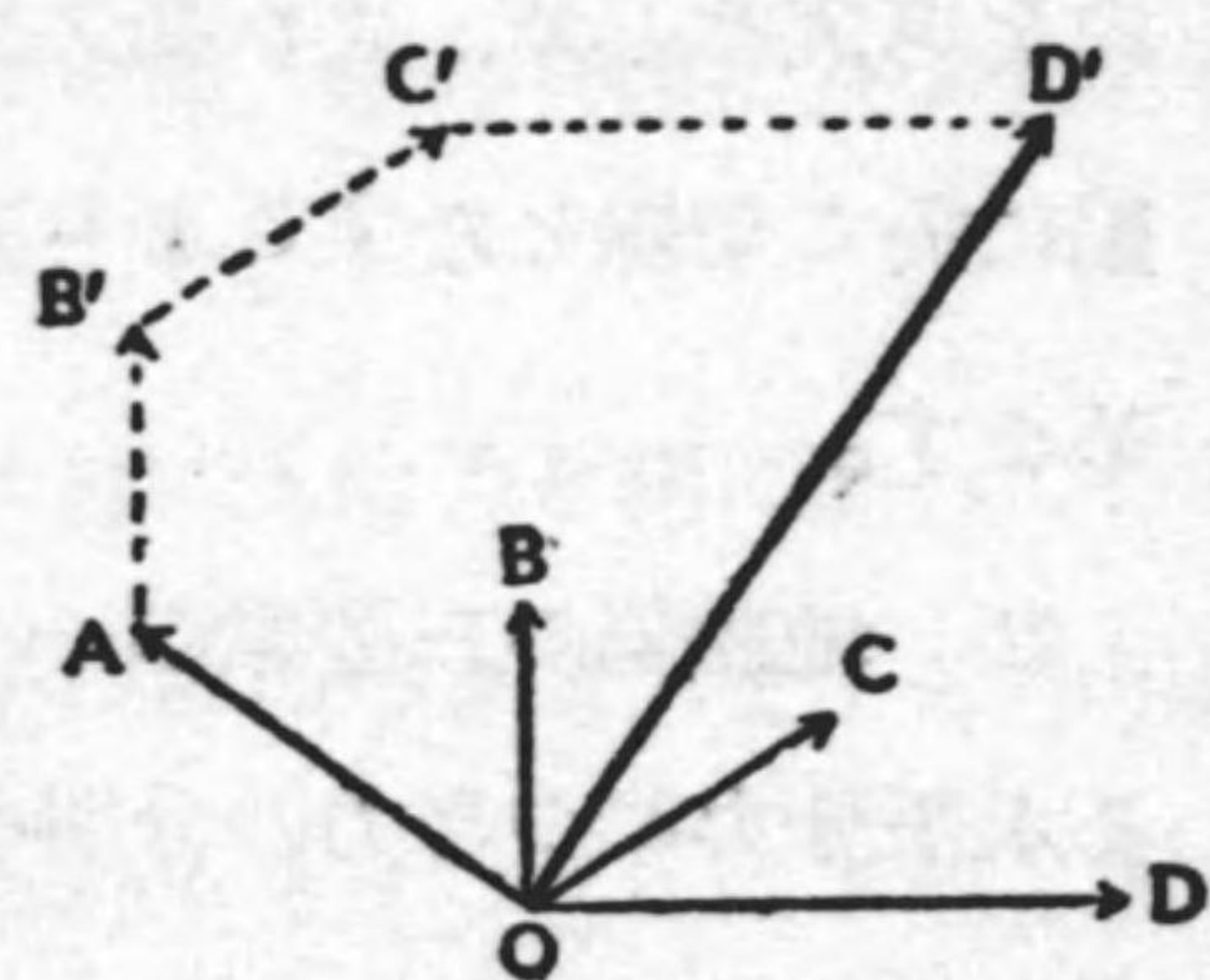
(C) 二點に作用するも延長が一點に會する二力の合力。

剛體に於ては作用點を作用線上の任意の點に移して考へることが出来ますからその考を交へて取扱ひます。



(D) 一點に作用する多くの力の合力の求め方に関する一簡便法。

右圖に於ける一點  $O$  に作用する數力の合力を求める場合に、中斜法の手續を簡略し、任意の一力  $OA$  の一端  $A$  から他の力例へば  $OB$  に、平行に同方向に等しく  $AB'$  を求め、その  $B'$  點から  $OC$  に、平行に同方向に等しく  $B'C'$  を求めつゝ、次第に總べての力に就いて求め、その最後の點  $D$  と作用點  $O$  とを連結すると全合力が得られます。



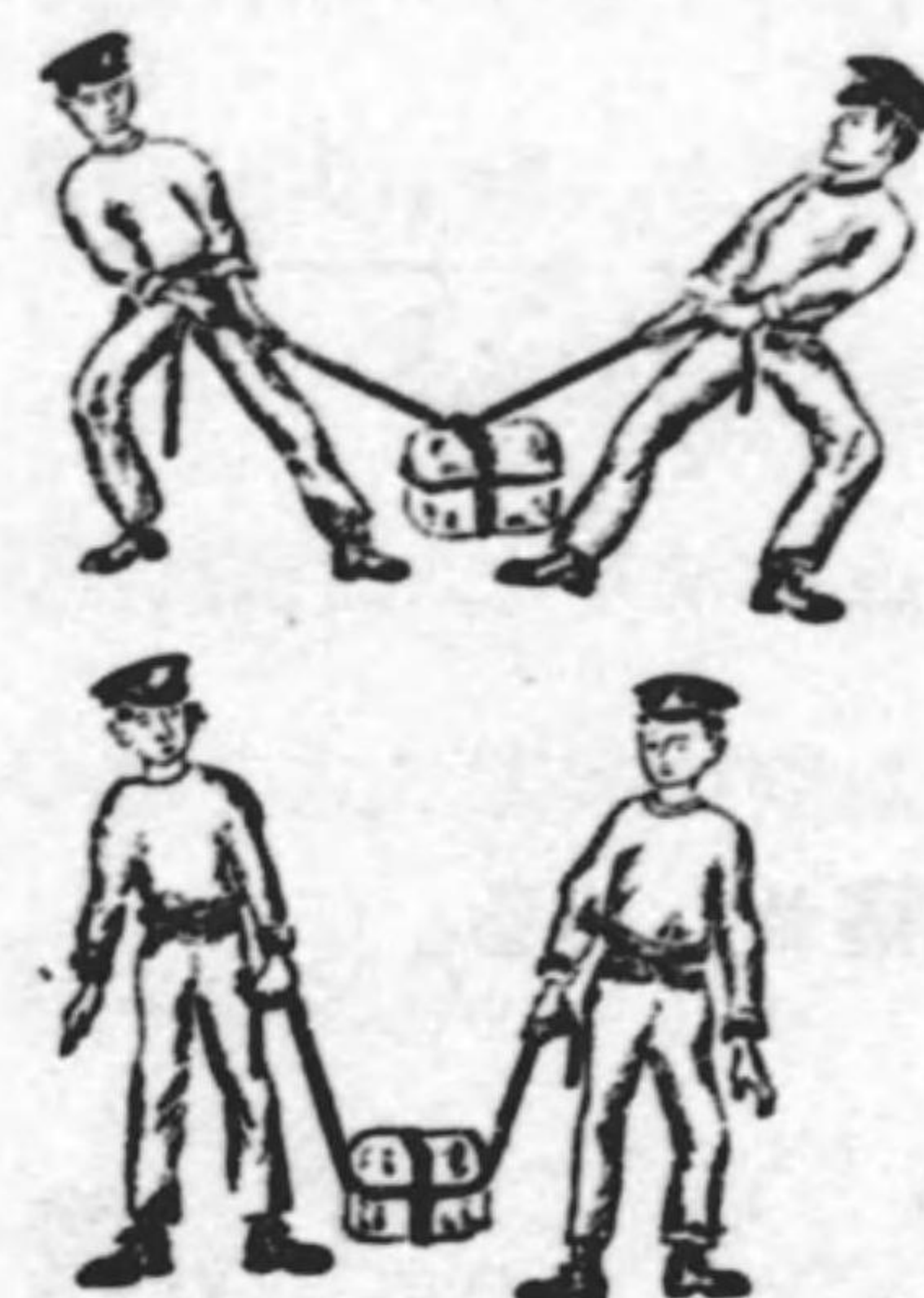
(E) 數力が一點に作用して釣合へる場合に、任意の直線を引きその凡ての力をこの方向に分解すると、その諸分力の代數和は常に零となります。この關係を左圖の如くして説明してもよいと思ひます。

(II) 問題の取扱。

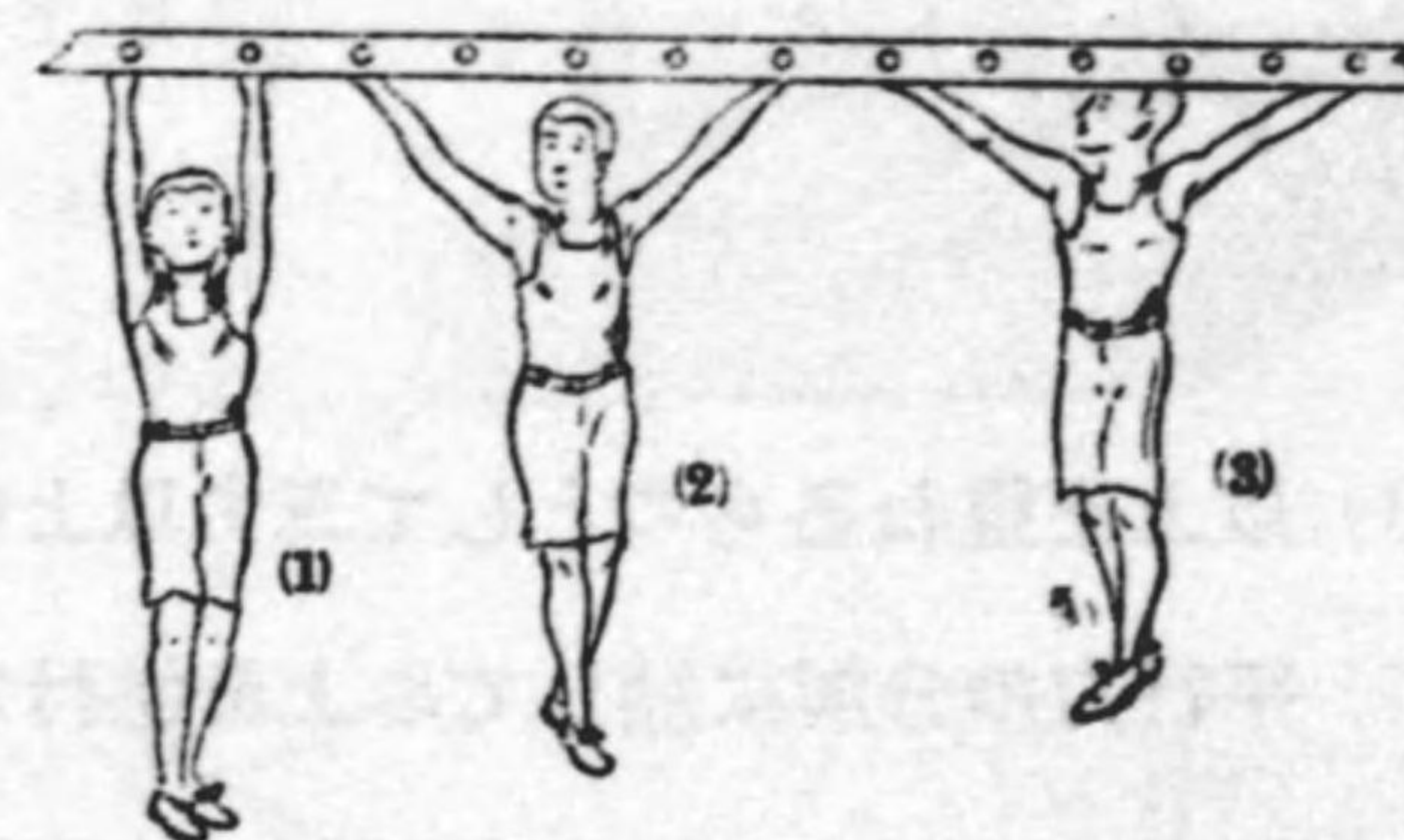
113頁問。教科書に圖示せるもの、騰寫版用廻轉圓筒、押車其他、引き車、連木、アイロン、たわし等。

(IV) 參考資料。

(合力の大小について) 下圖の如き場合には二力のなす角度が大きい程合力は小さくなります。従つて力を損します。

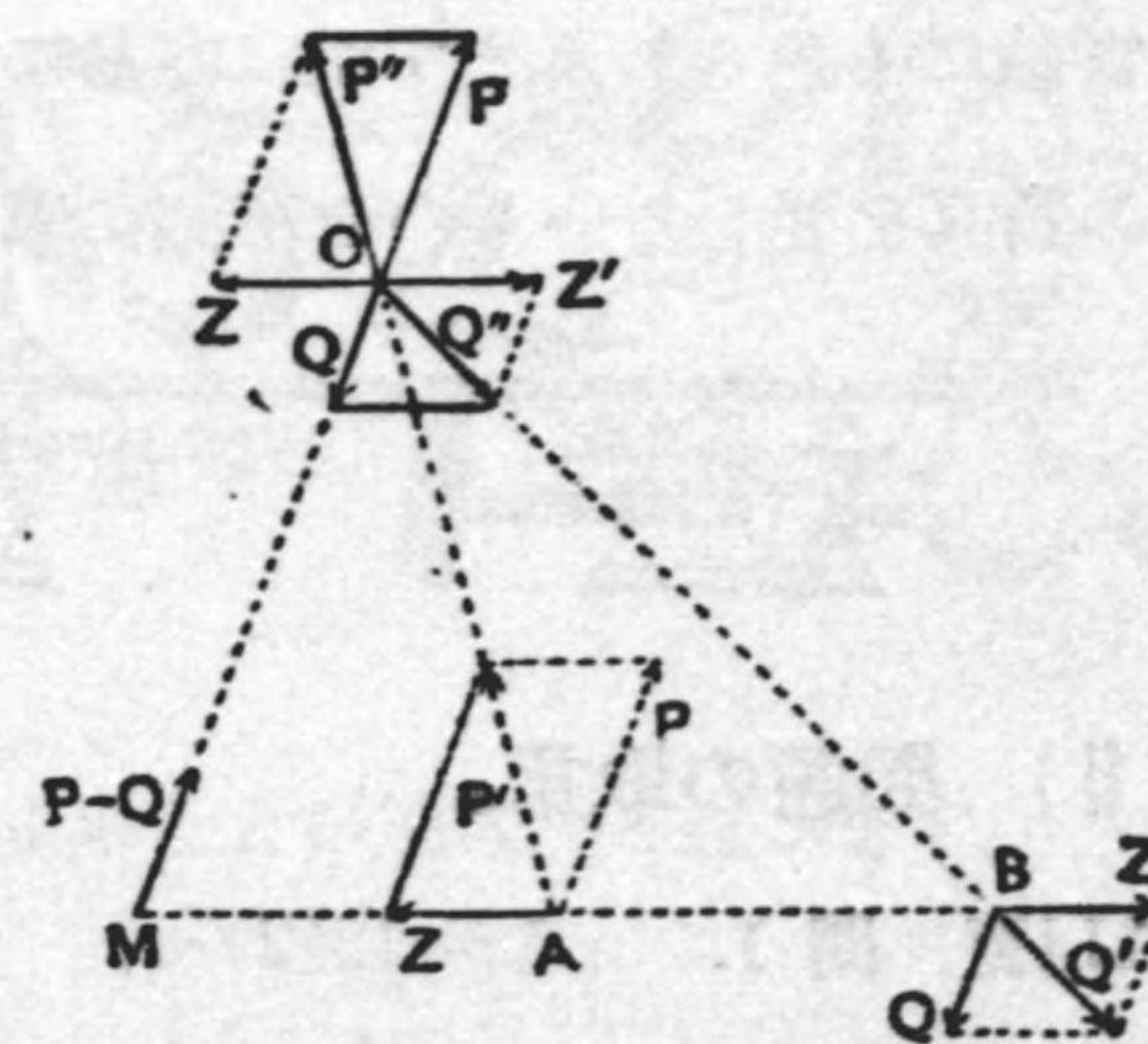
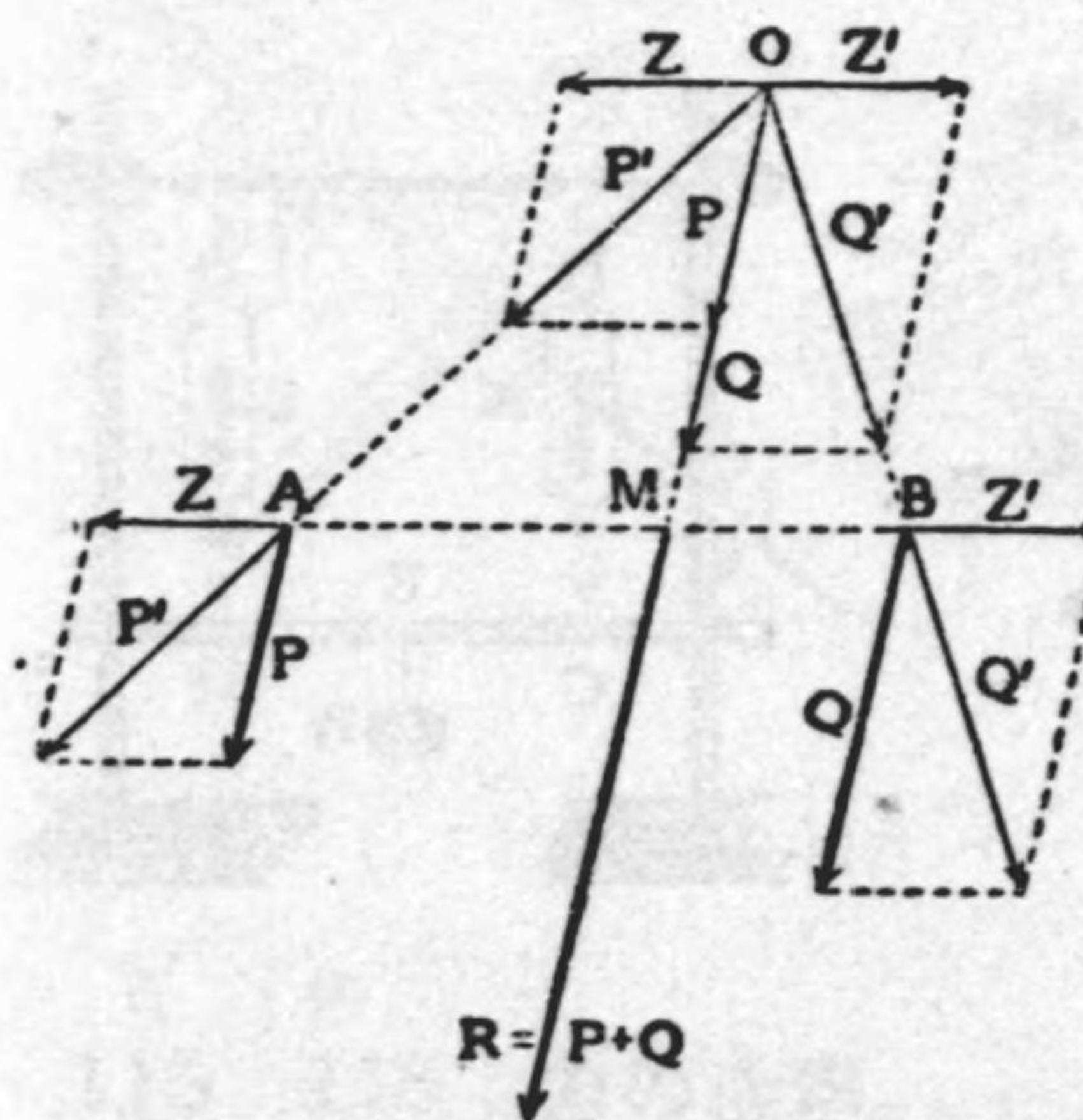


(1)よりは(2)の方が合力が小で(3)は更に小さくなります。



頁節 113 113 平行力の合成。

(I) 教授要項。

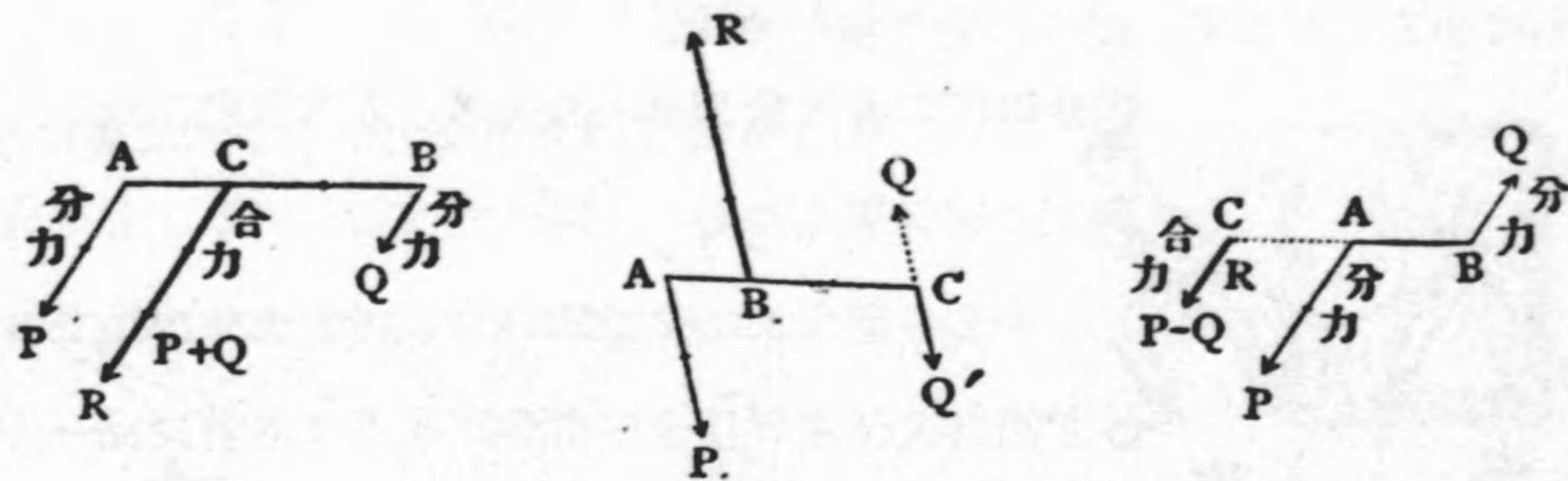


(A) 教科書圖示の實驗を基礎として、同方向、反方向の平行力の合力に關



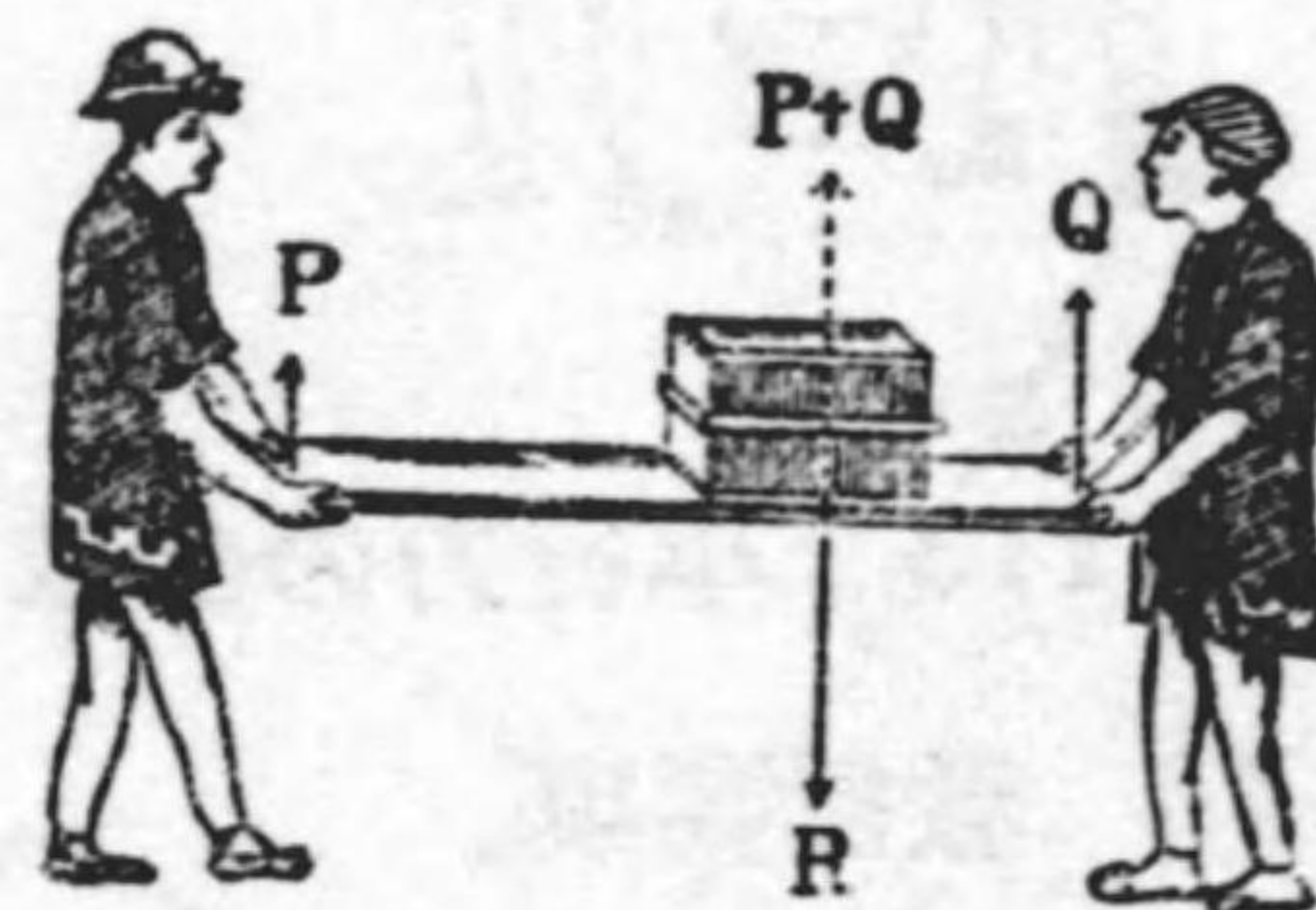
しその三要素を明かにすること。之は教科書の如く実験とそれから導いた定律だけで充分と思ひます。

然し時間に餘裕あらば前圖の如く中斜法による證明を加へてもよいと思ひます。この時は教科書の圖の如く力の作用線が作用點を結ぶ直線に直角な場合許りでなく一般平行力として取扱ふのがよくあります。

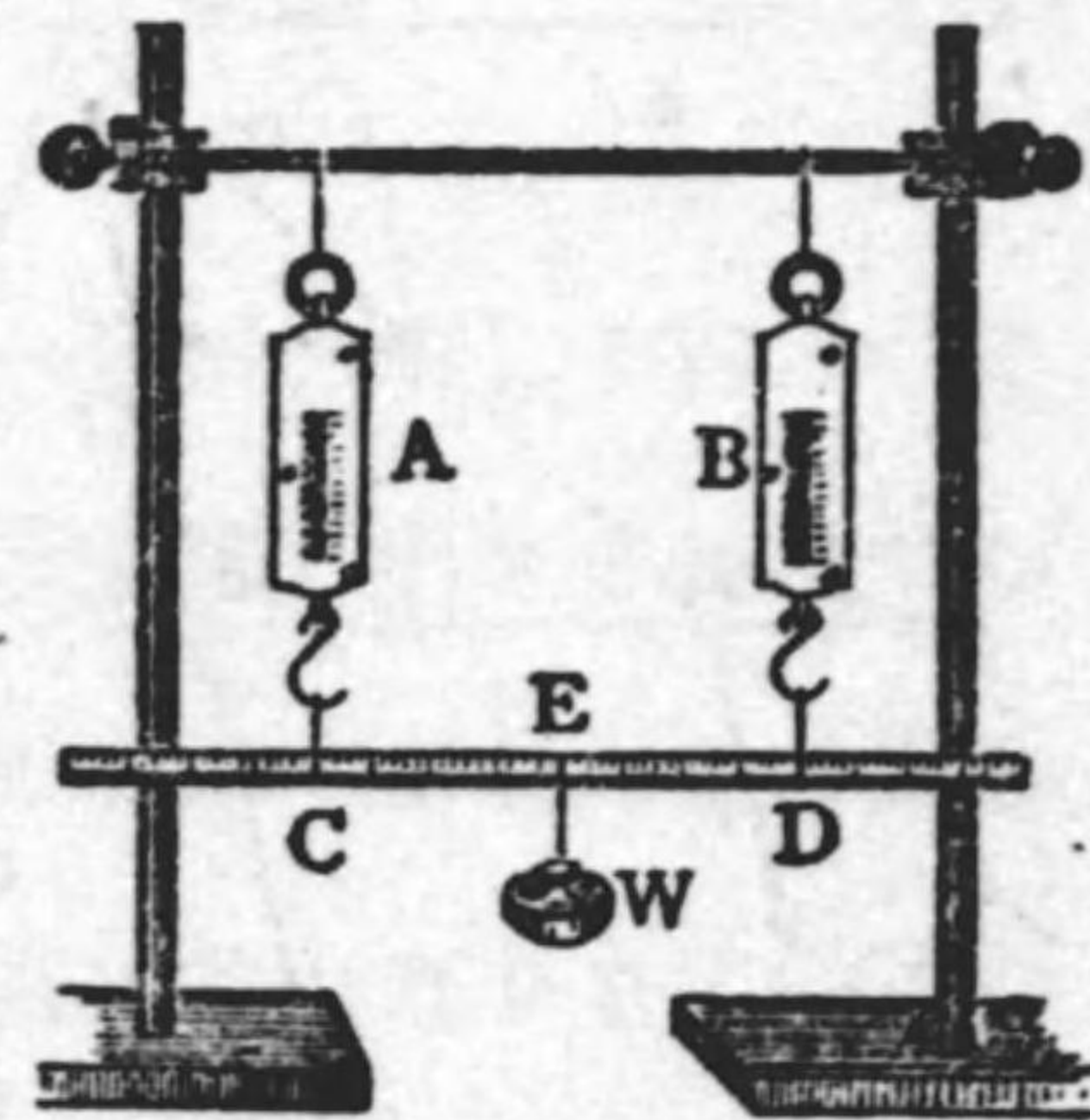
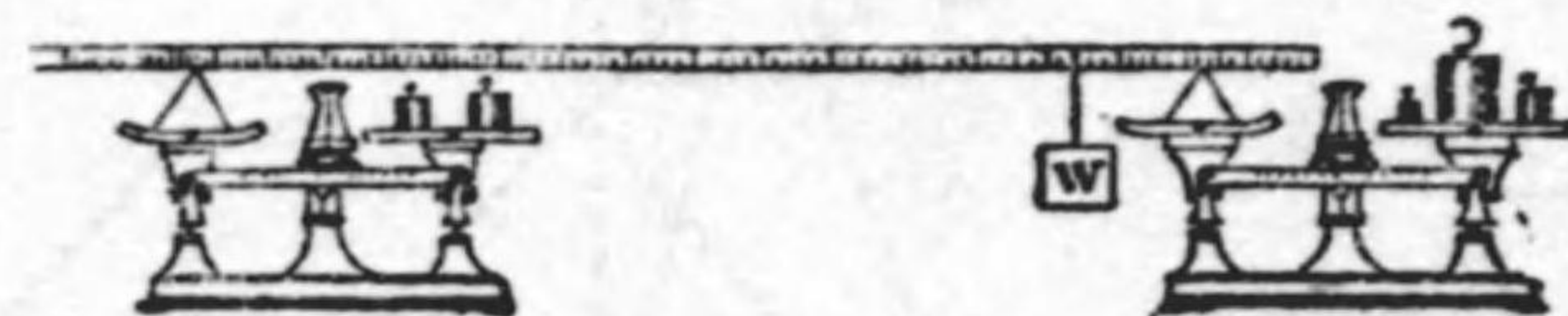


(B) 以上を重ねるものとして三力以上の場合を考察せしめる。

(C) 平行力の分解に關して以上を逆行する如く取扱ふこと。その第一歩としては右圖の如き合力的にも扱へる事實から入り、次第に分力的色彩の多きに移ることが自然的に扱ひ易くあります。



實驗にも色々ありますが、容易に出來て特別の器具を要しないものを下圖に擧げました。



(II) 問題の取扱。

114頁 問 1.  $5x = 12(2-x)$   
 $x = \frac{24}{17} = 1.41$

5疋の方より約1.41米の點

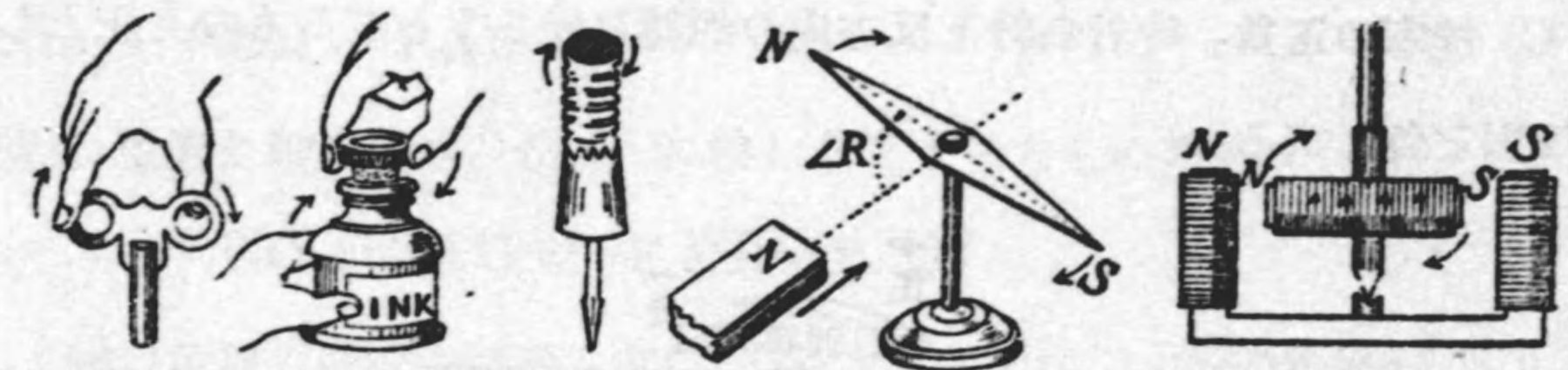
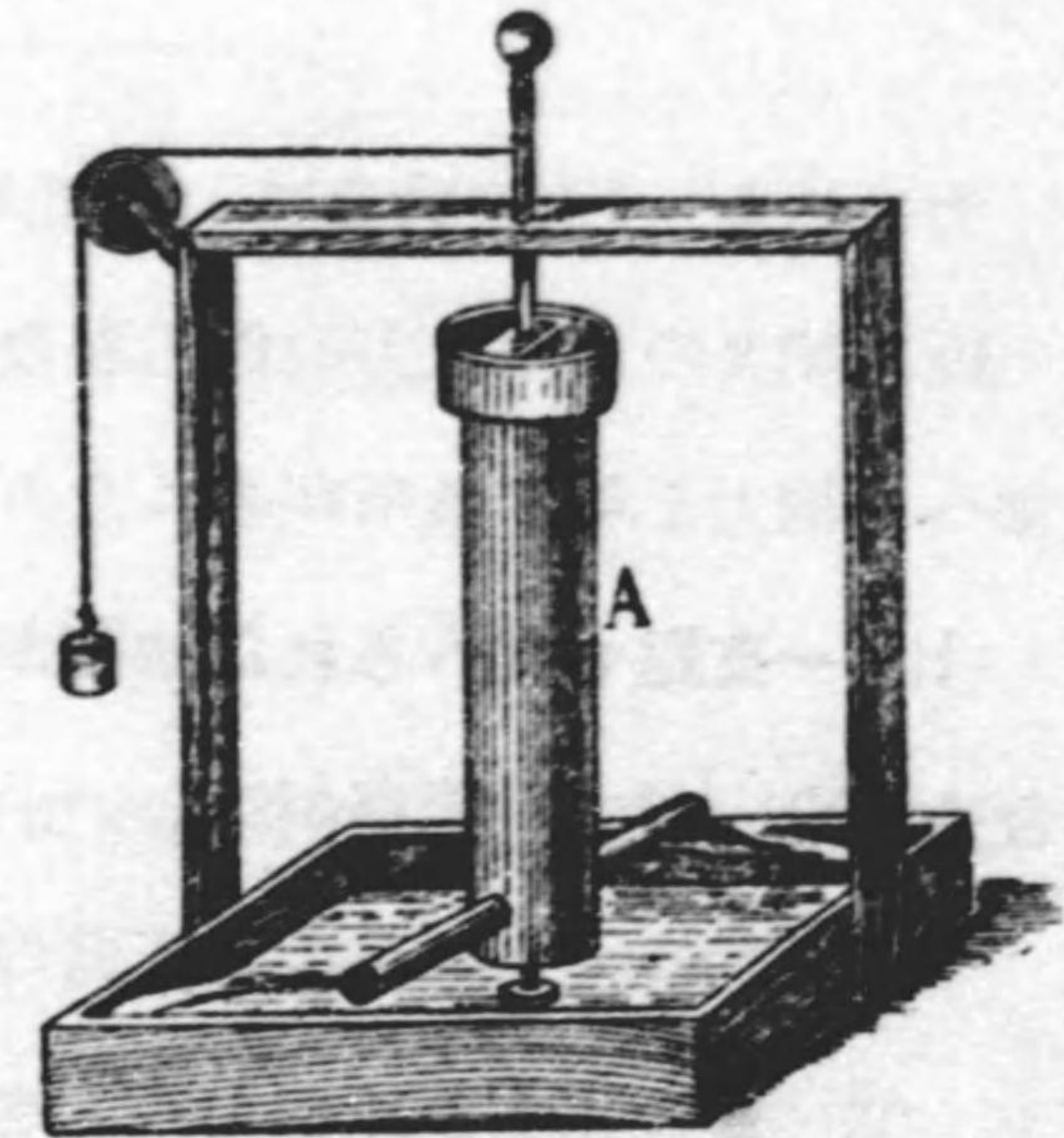
114頁 問 2.  $\begin{cases} x+y=24 \\ 0.1x=1.1y \end{cases} \begin{cases} y=2 \\ x=22 \end{cases}$

頁 節  
115 114 偶 力。

教授要項。

(I) 合力を求め難い平行二力の例として偶力に入ります。日常生活に於ける偶力の利用に關して考察させます。

ハンドルを両手で廻すこと、錐をより込む操作、ネジをひねる操作、カランのひねり方、獨樂の廻はし方、電動子の廻轉を起す力。



實驗としては前圖の如きパーカーの水車などが適當だと思ひます。

頁 節  
115 115 力 の 能 率 。

(I) 教授要項。



(A) 一点で支へられた物體に対する力の働き。

その力の大きさ  
支へられた點から力の方向線に下した垂線の長さ } に関係する。  
(能率の臂)

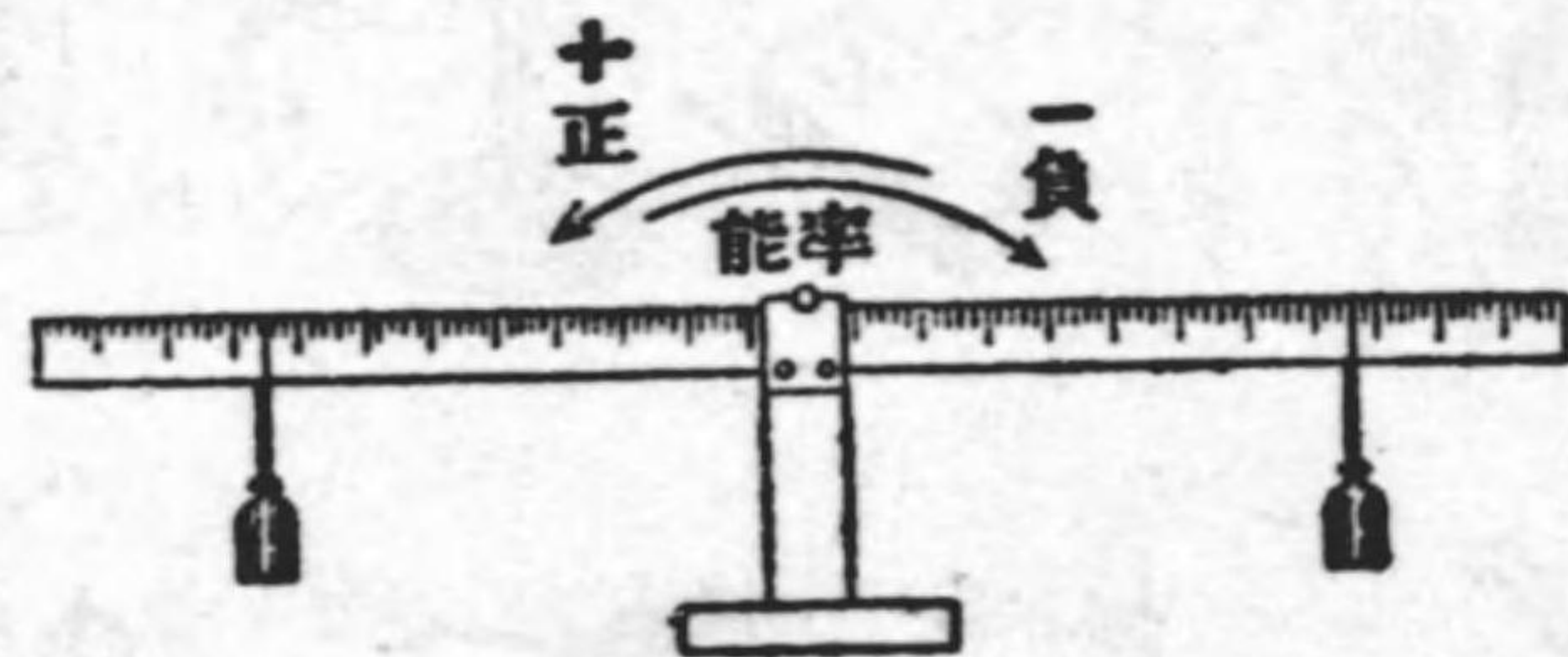
力の働き = (力の大きさ) × (能率の臂) = (その支點に關する力の能率)  
罐詰切りの用法。力の作用點なるAを端にする程有効でそれに力を直角に加へる程力を利する所が多くなります。



(B) 一支點で支へられた物體が二力を受けて釣合ふ場合。二力の能率が等しい。

- (1) 力の大きさが等しく臂の長さの等しい時。
- (2) 臂の長さの比が力の大きさの反比に等しい時。

(C) 能率の正負。時計の針と反方向の廻轉を起さうとするものを正としその反對を負とする。



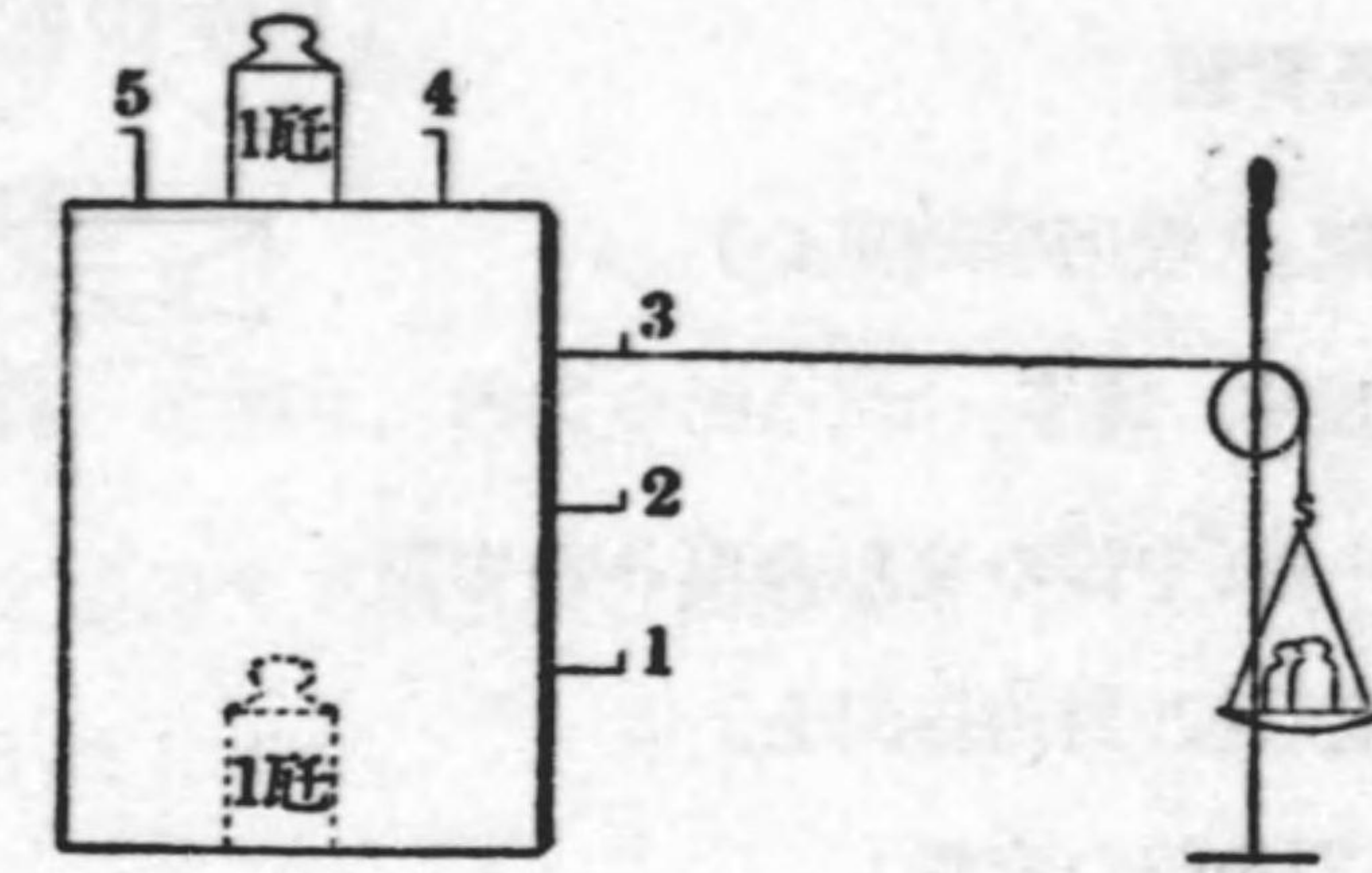
(II) 注意事項。

生徒の中には臂の長さを誤解するものが多いとの事があります。實際實驗の際や、圖上で求める場合には作用點とを結んで臂の長さを定めやうとするものがあるやうに思はれます。直轄學校の入學試験問題に對する答案に於てもこの誤れる傾向は一般的に認められるとの事があります。

(III) 問題の取扱。

115頁 問 支點から力の方向線に下した垂線は(II)の方が大であるから力

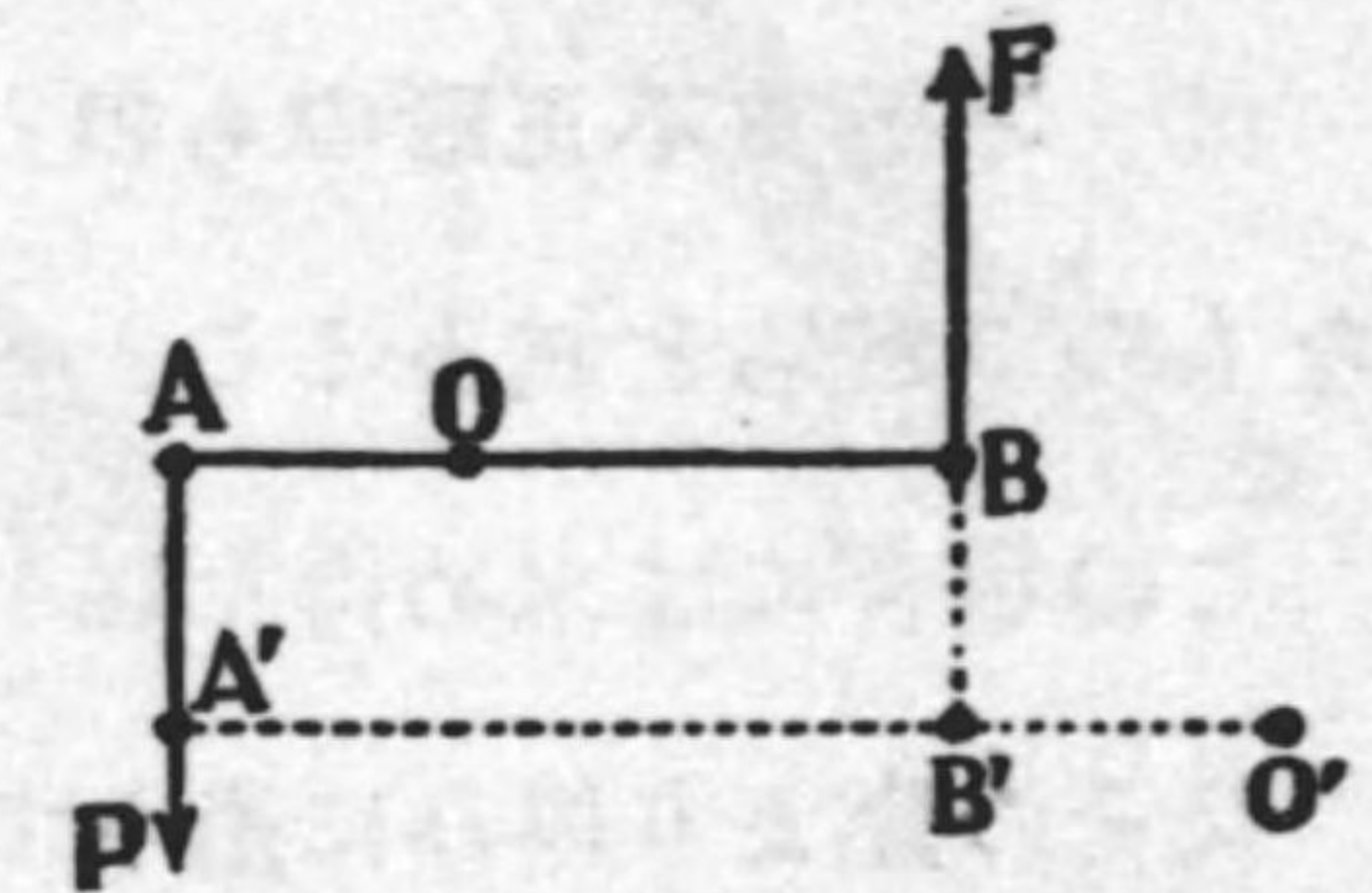
が同一ならば(II)の方が能率は大きくなります。



(IV) 添加事項。

(偶力の臂と能率) 偶力の能率は軸の位置に無關係で、値は力の大きさと二力間の垂直距離との積に等しい。故に偶力をなす二力間の距離を偶力の臂といひます。

今偶力 P, P の軸を O とするとその能率は  $P \cdot \overline{OA} + P \cdot \overline{OB} = P \cdot \overline{AB}$



又軸の位置を他の任意の點 O' に移したとするとその能率は

$$P \cdot \overline{O'A'} - P \cdot \overline{O'B'} = P \cdot \overline{A'B'} = P \cdot \overline{AB}$$

かく軸の位置に關せず能率は常に(力の大きさ) × (二力間の距離) となります。

頁 節  
116 116 重 心。

教授要項。

(A) 重心の説明。物體の各部  $m_1, m_2, m_3$  等に作用する重力を次第に平行力の合成法で合成して見る。

最後に得た一力はその全合力になる。

この全合力は各力に平行 (同方向平行力の合力故)

大きさは各力の和 (同 上)



この作用点を重心といひます。

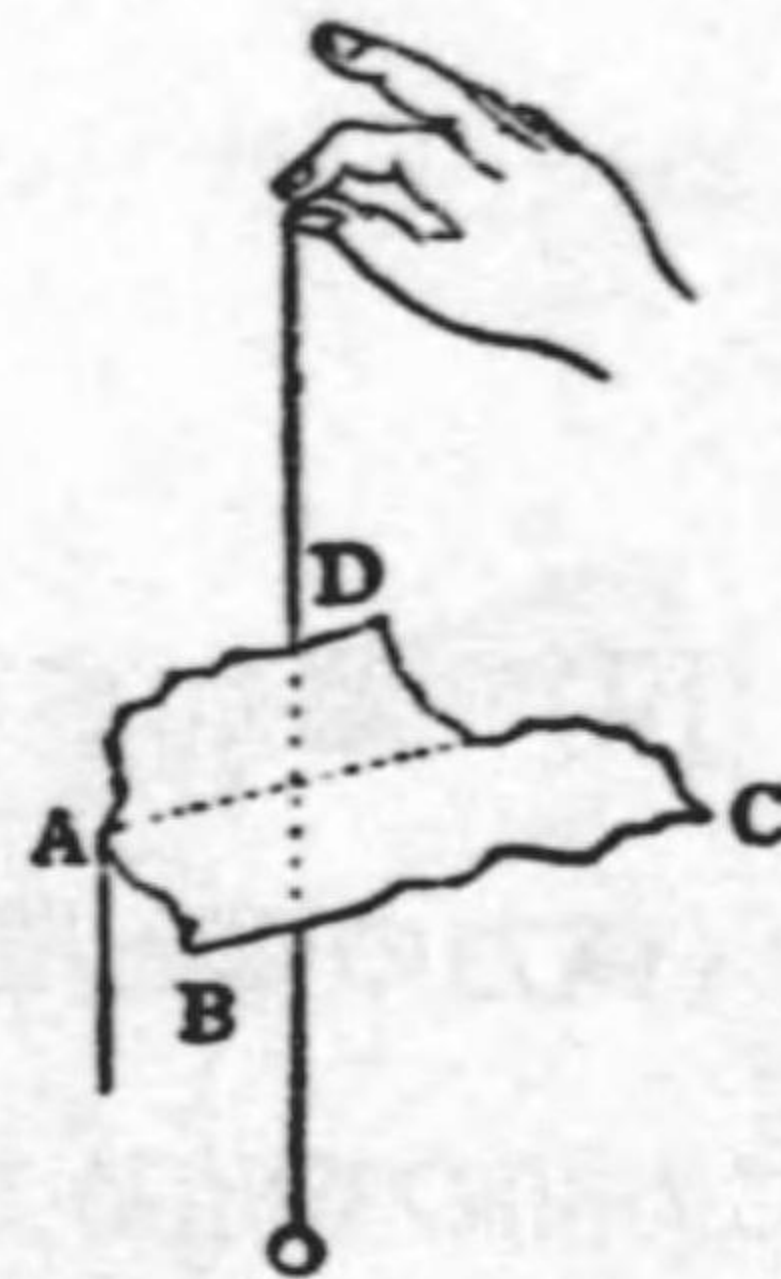
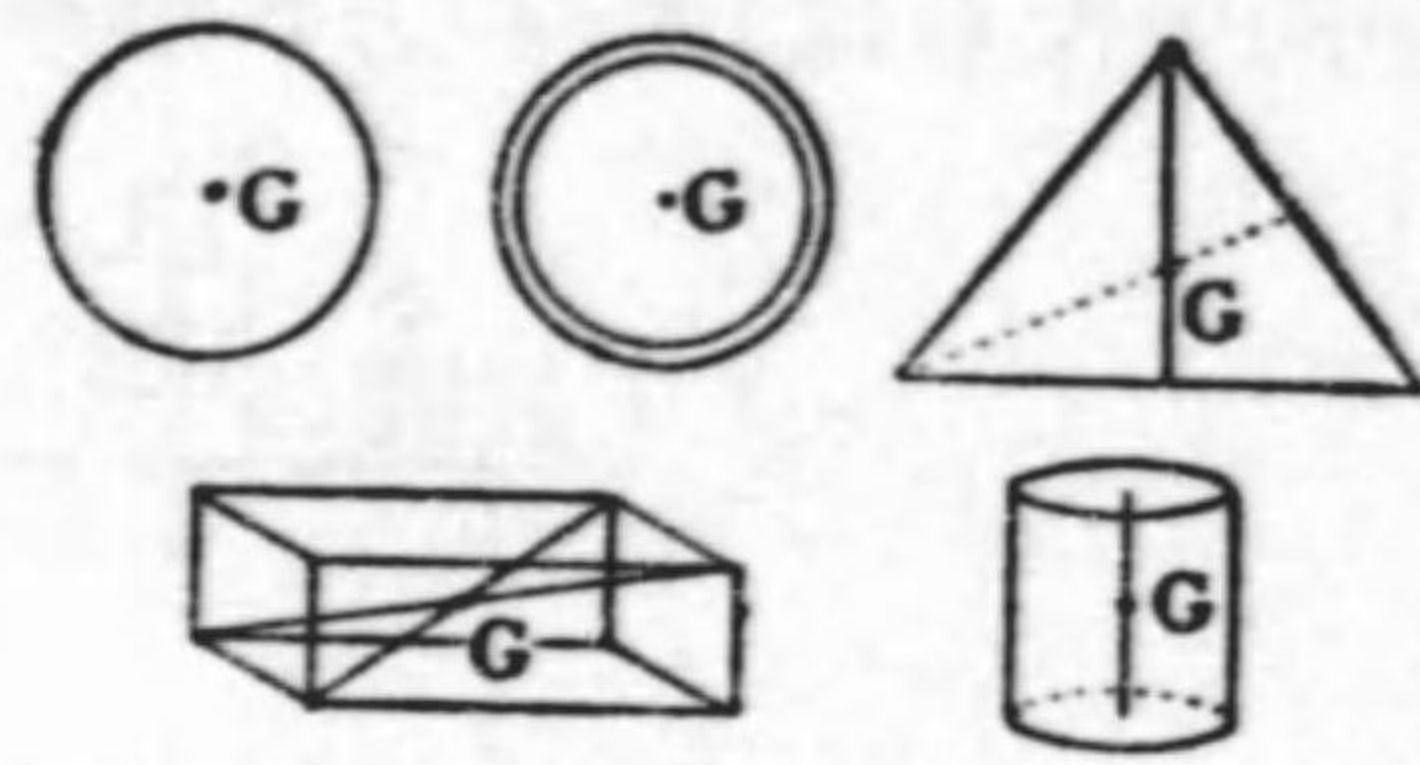
(B) 重心を求める実験。

(1) 等質正形のもの。(幾何學的重心)

中心→圓板, 圓輪, 球等。

交點 { 三角形平板(中線の交點の厚みの中點)  
 平行四邊形板(對角線同上)  
 直方體(對角線の交點)

中點 { 圓筒 (軸の中點)  
 棒 (中點)



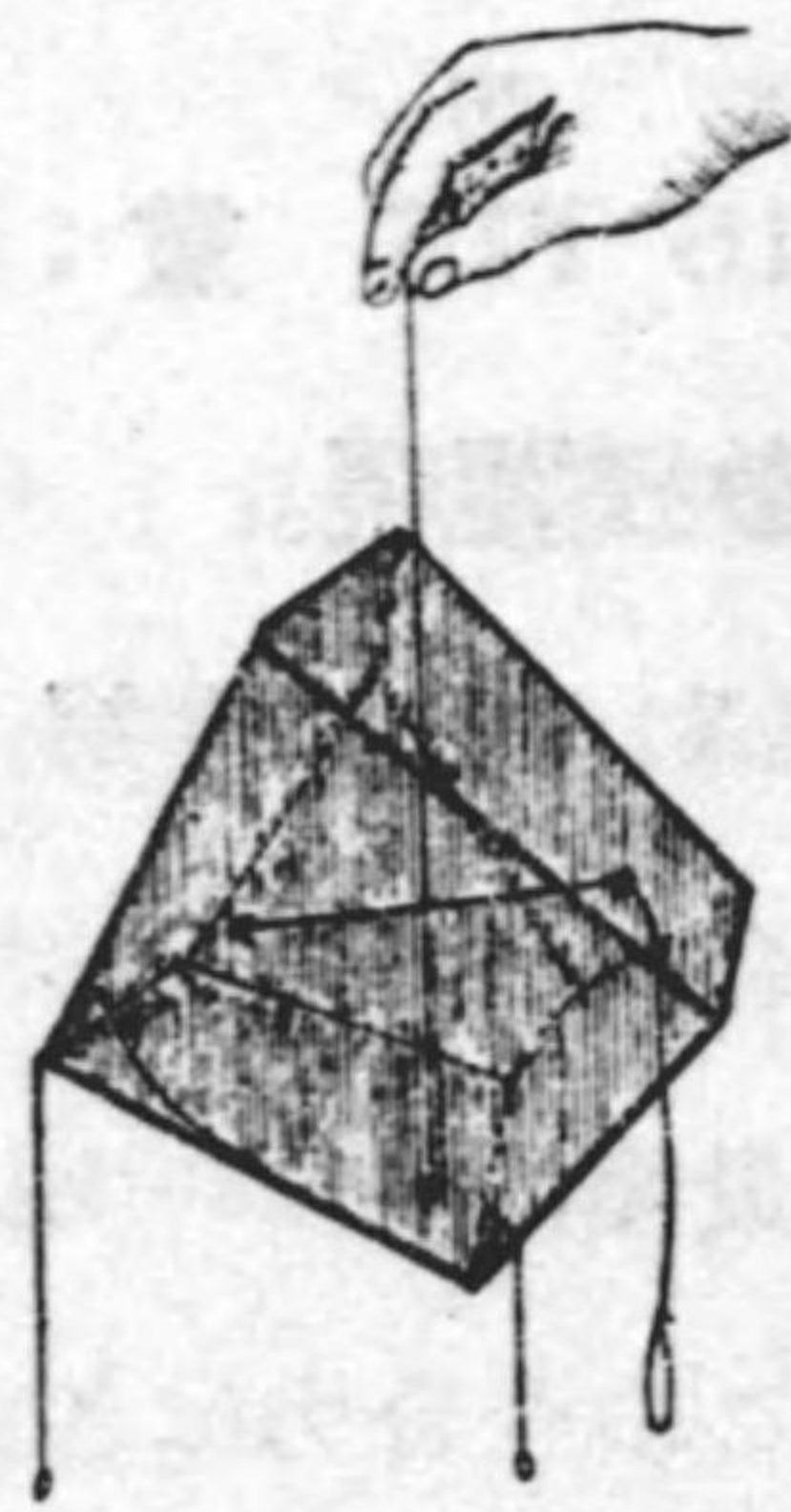
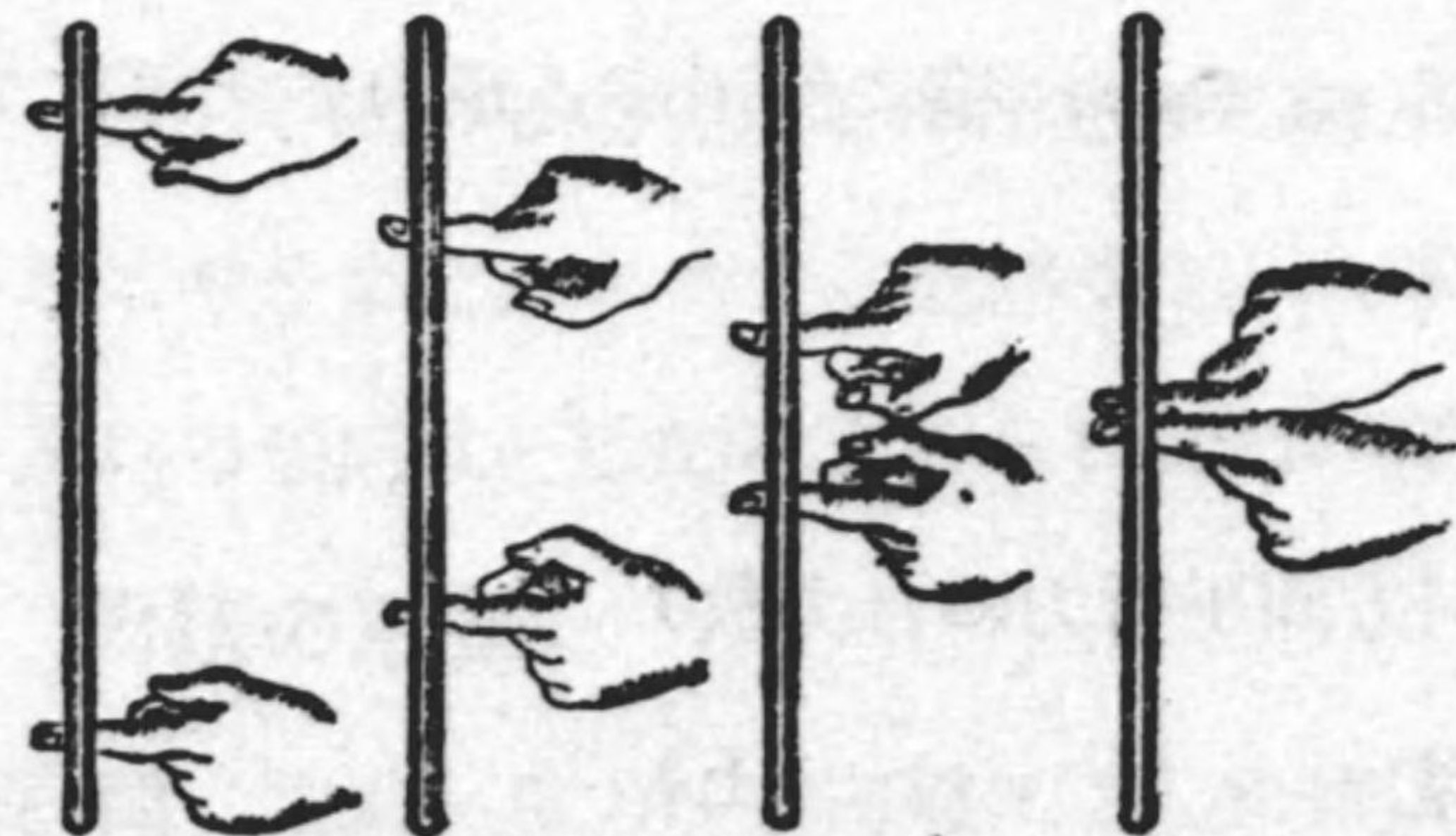
(2) 不等質不正形のもの。糸で吊り下げる方法。扁平なもので実験を試みること。

この場合には求め得た點を支へて見ること。

又その點より厚みに沿うて板面に直角に針を貫き, それを軸として廻して見ること。

扁平でないものでも透明で内空であれば糸で吊して圖の如く實驗することが出来ます。次圖は島津製の立體の重心を見出すよい装置であります。

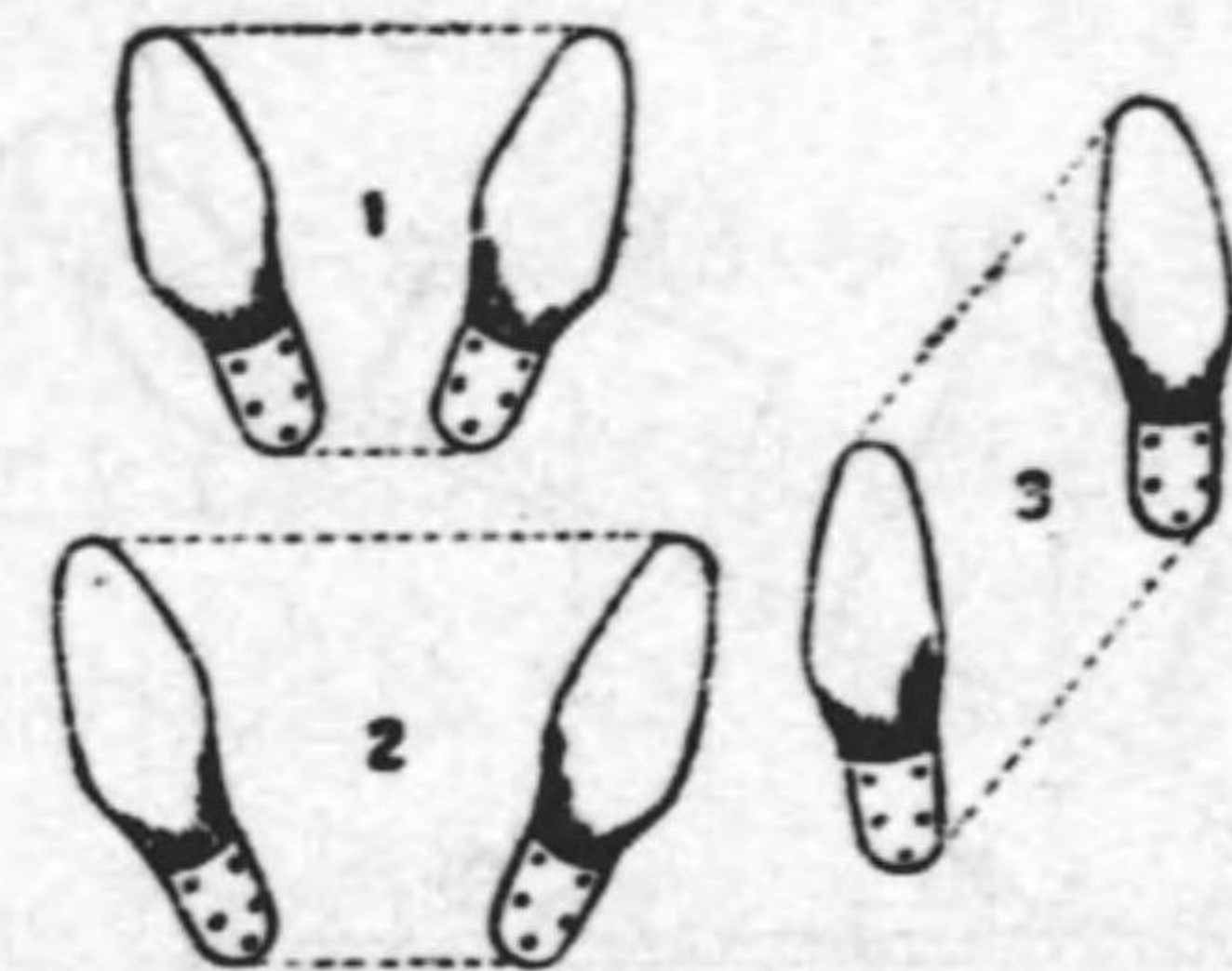
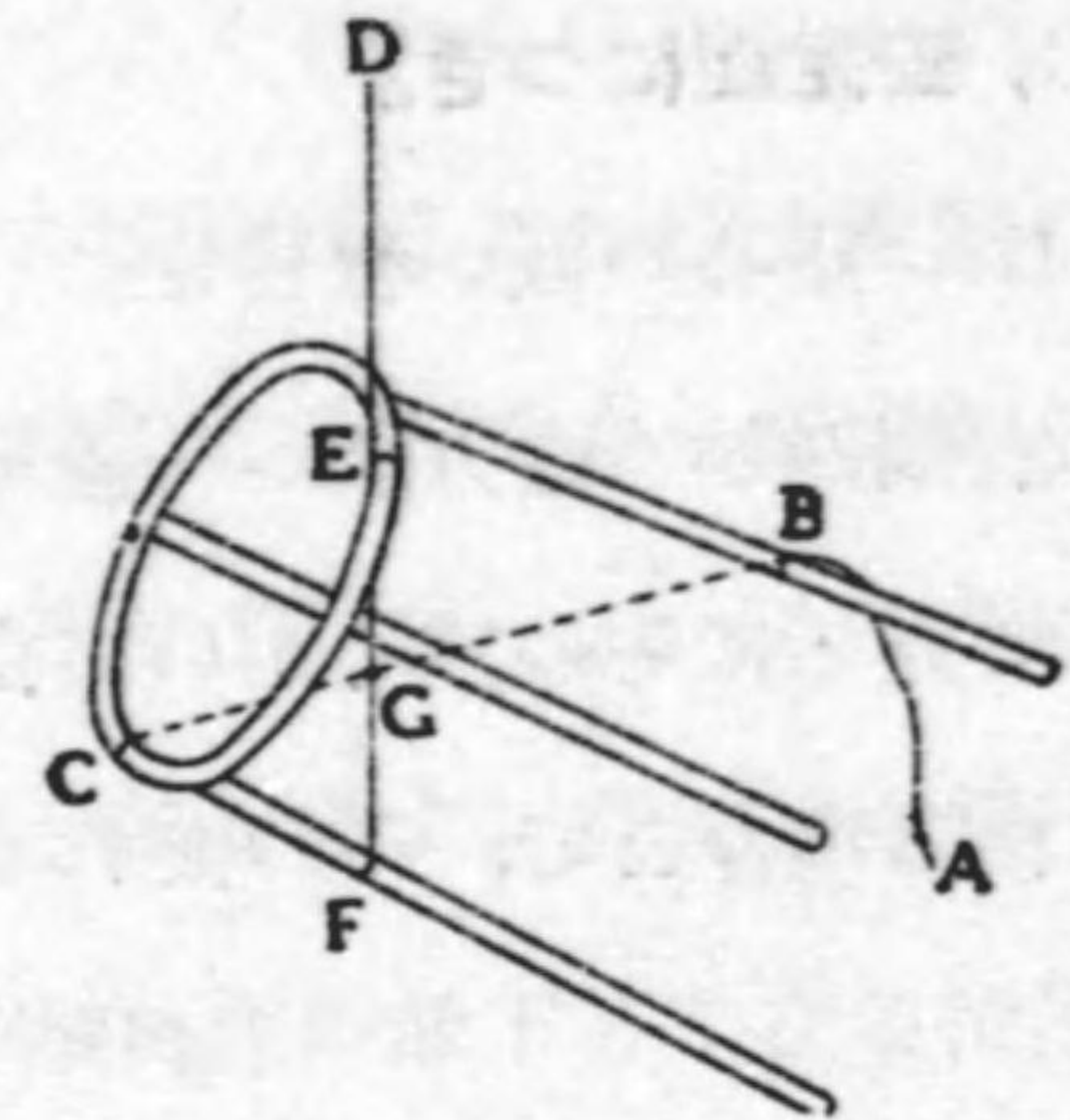
(3) 長きものの重心の定め方。両手の食指で長きものを水平に支へ, それを次第に中央に近づけると兩指はその長きものの重心の直下で相會するやうになります。



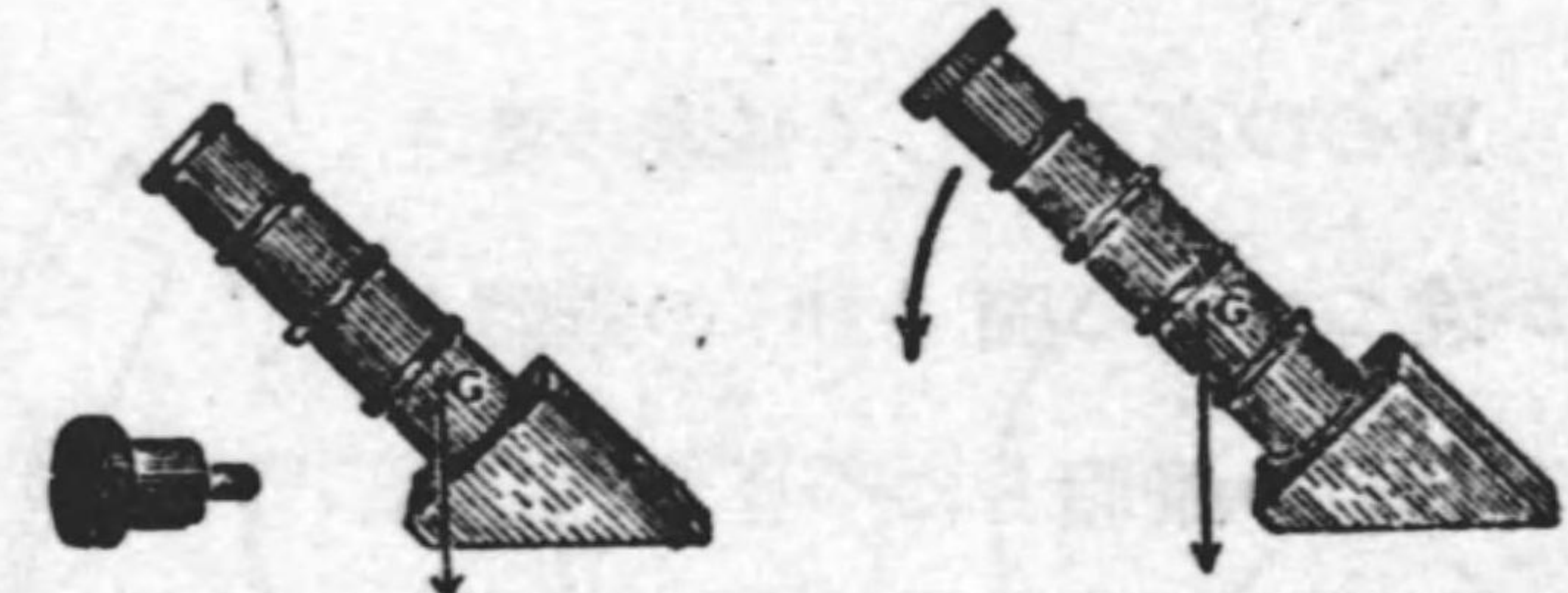
頁 節 116 117 物體の坐り。

(I) 教授要項。

(A) 基底の意義 を解き, 物體の倒不倒が之と物體の重心を通過する鉛直線との關係で定まる次第を明かにします。

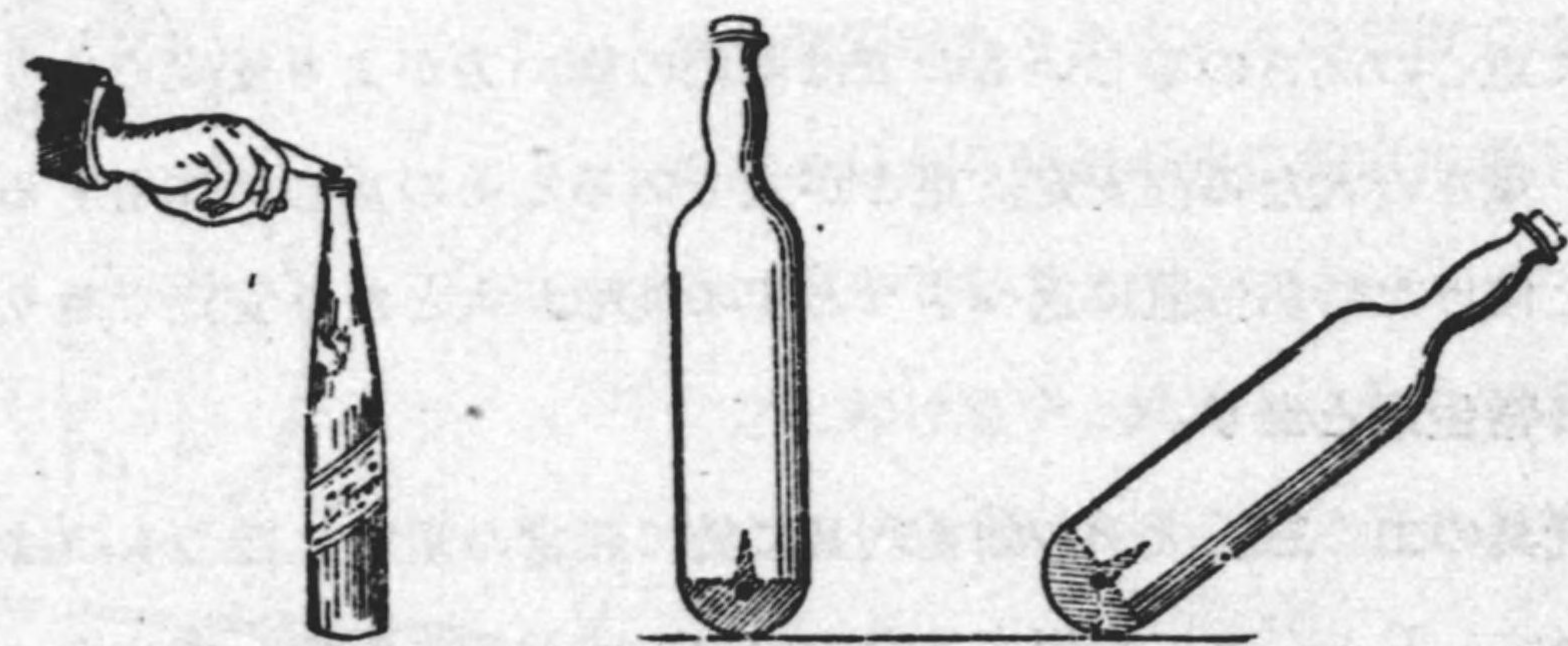


(立てる人の基底)



(B) 三種の坐りの別。

- (1) 倒, 不倒より。
- (2) 動かす時の重心の昇降より。
- (3) 一物體が以上の坐りをする場合につき。





(C) 安定度につき。

(1) 重心の低い程安定。

右圖の如く直方體が一邊を基底として立つ場合を考へて見るにその重心がOに在る場合とそれより低いO'に在る場合とで、その倒れるまでの傾きは

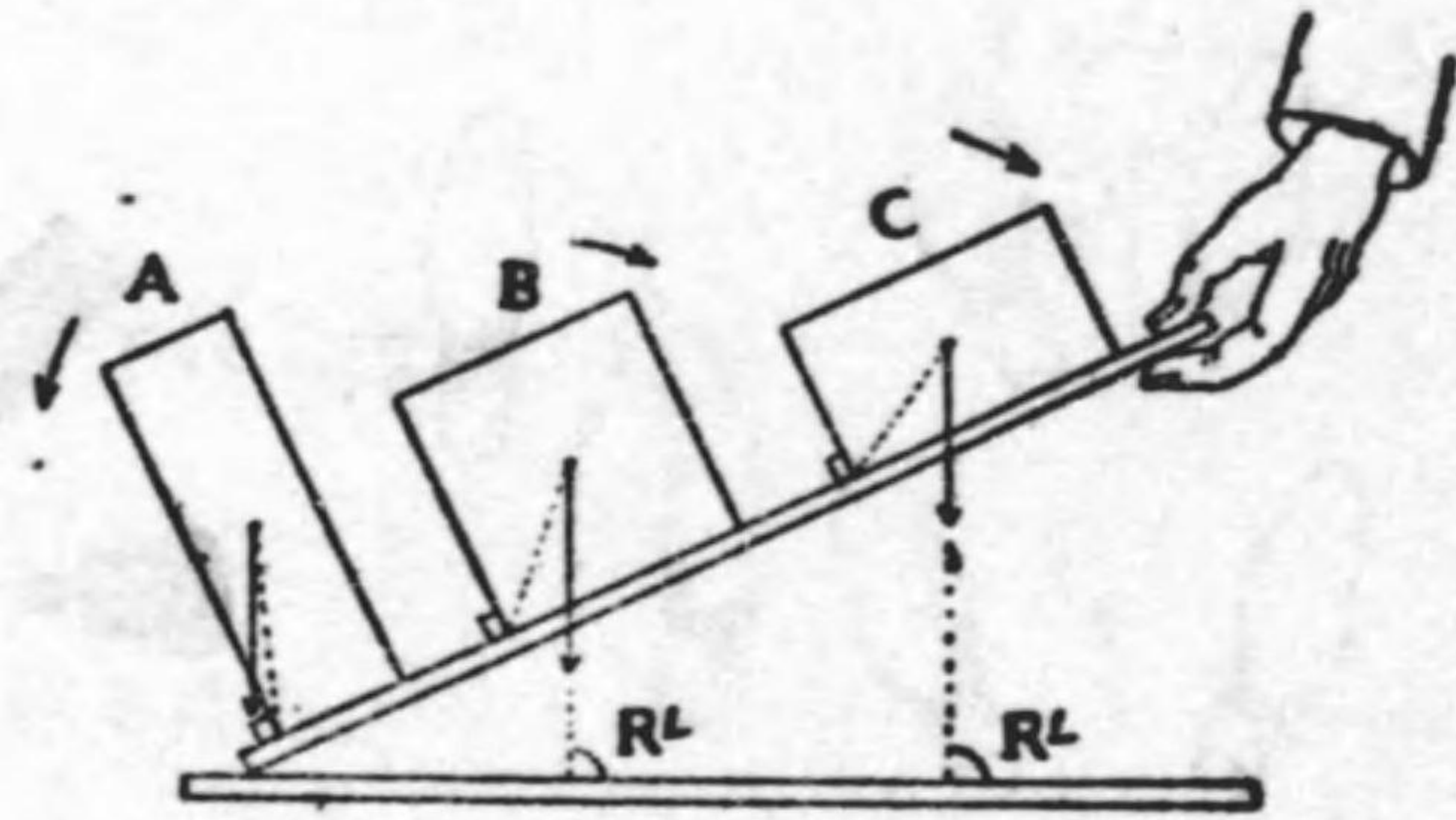


$$\angle OCB < \angle O'CB$$

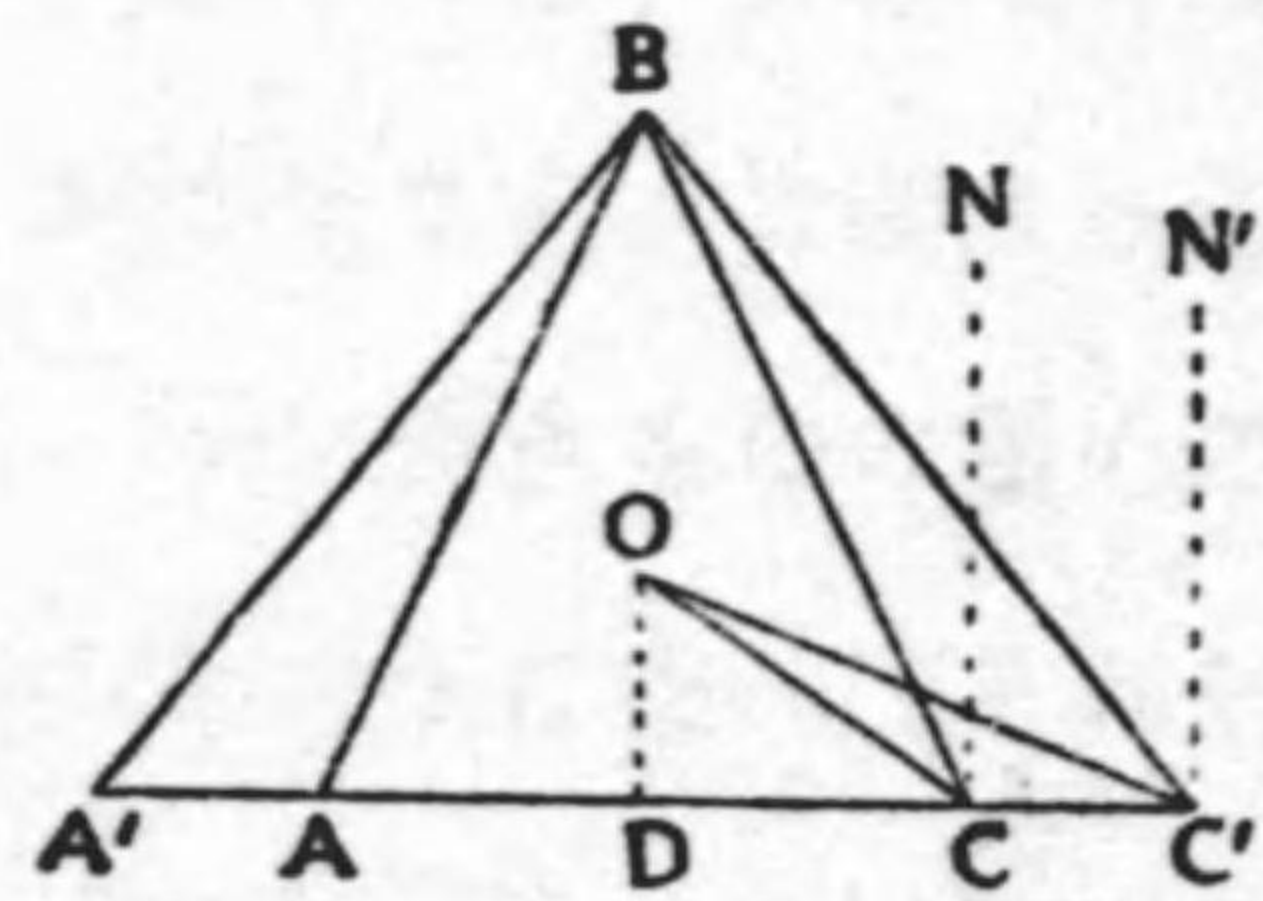
なる關係から重心が低い程安定度の大きなることがわかります。

(2) 基底の廣い程安定。

重心の高さ等しく基底の廣さが違つてをる圖 ABC の錐體と、A'BC' の錐體とにつき考へ見るに、その重心OがNC又はNC



線を越すと是等の物體は倒れるのでありますから、 $\angle OCN$  と  $\angle NC'N'$  とを較べて、その大なる方が倒れ難いことになる次第を解きます。



$$\angle OCA = \angle OC'C + \angle COC'$$

$$\angle R - \angle OCA = \angle OCN$$

$$\angle R - \angle OC'A = \angle OC'N'$$

$$\therefore \angle OC'N' = \angle OCN + \angle COC'$$

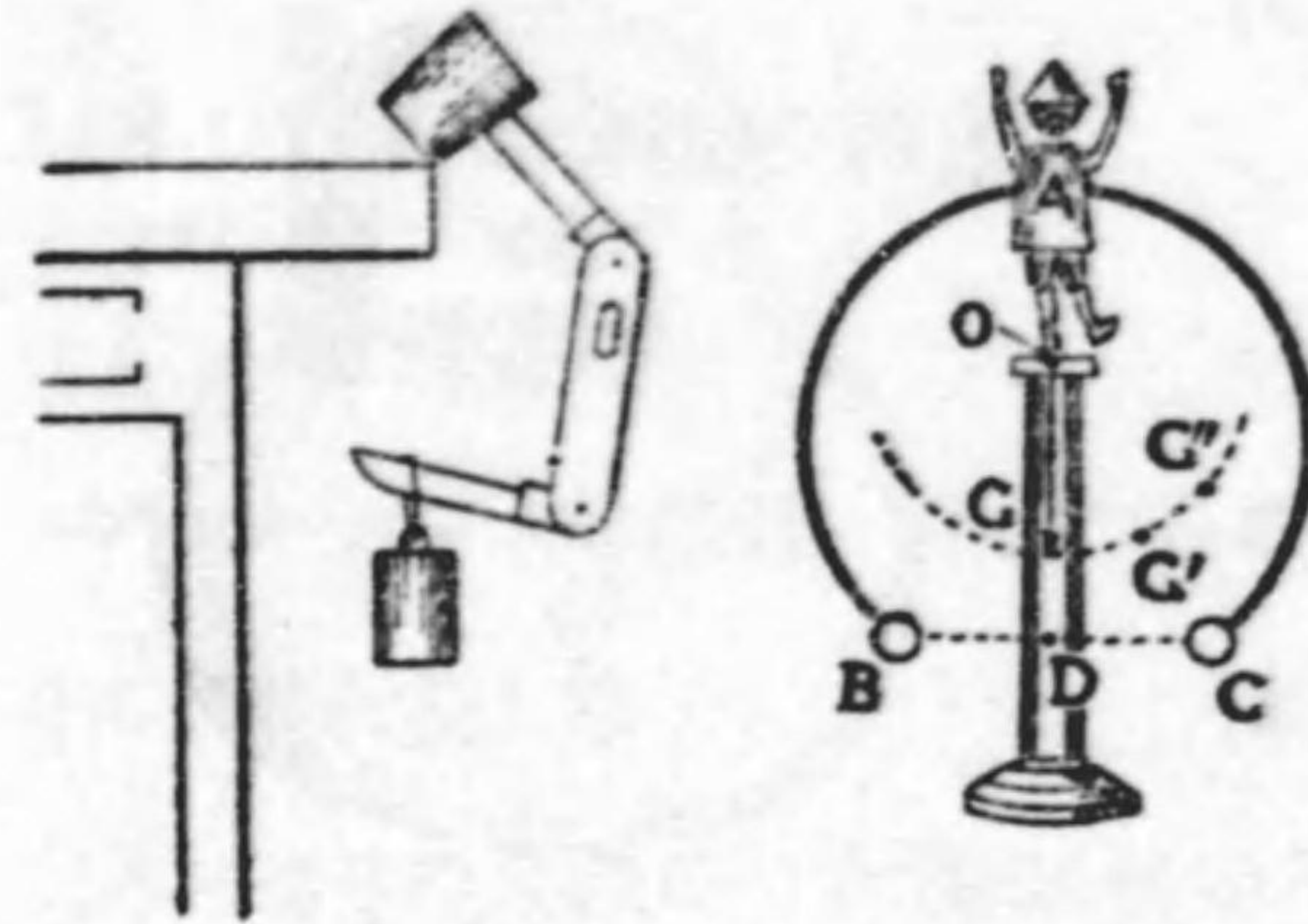
故に重心の高さの等しいものでは基底の廣い方がより安定であります。

(3) 重さの大なる程安定。重さが大であるとその重心に作用する重力がそれを傾けた時舊位置に返へさうとする能率が大きとなり安定であります。

(D) 日常生活と坐り。

(1) 玩具の二、三。次圖の如き玩具に於て相當の重量を持つものはA, B, Cであります。BとCとに作用する重力の合力はD點に作用しませう。

その合力とAに作用する重力の合力とは先づこの物體の重心に作用するも



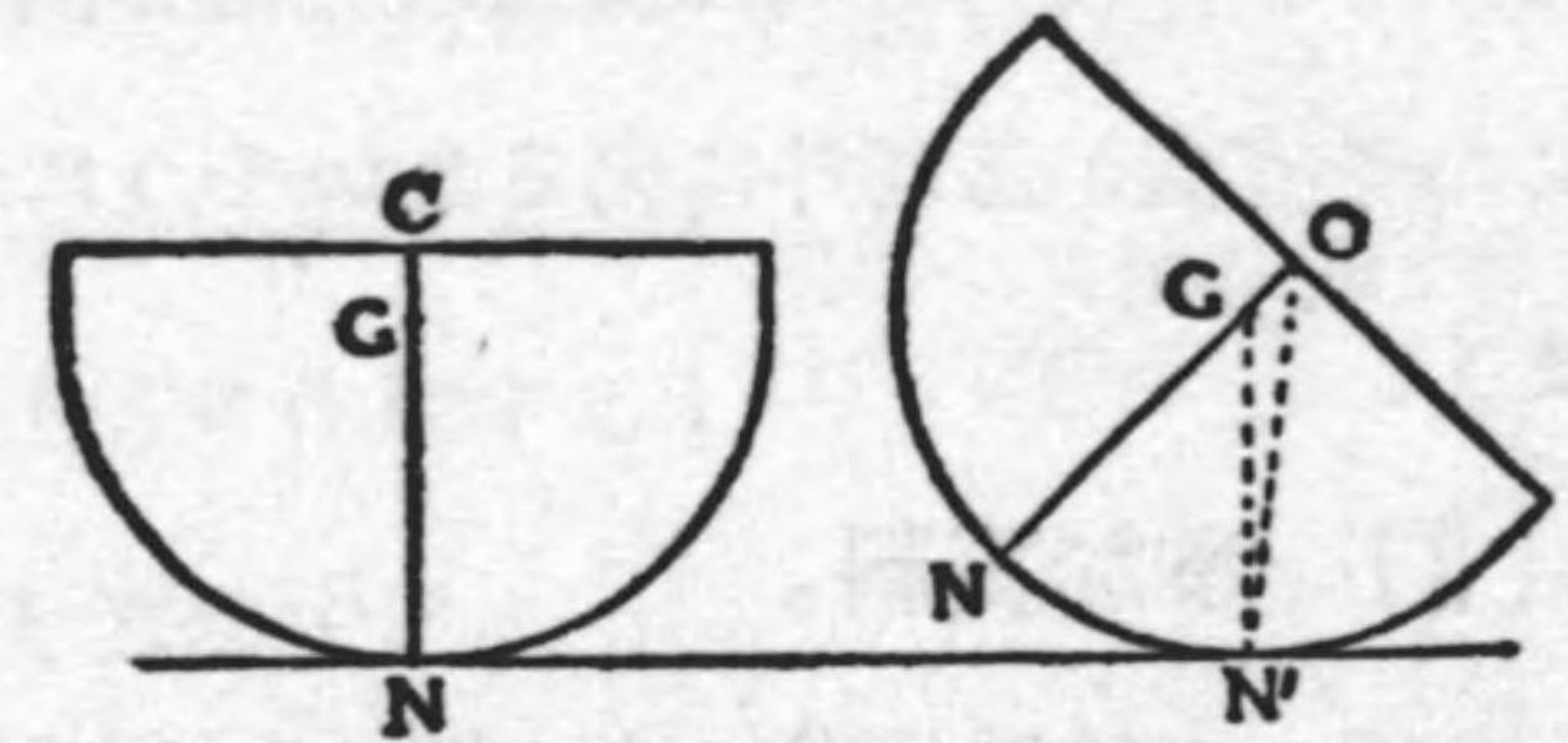
のと見てよくそれをGとします。

静止の場合にはこのGは支點Oの直下に来てをる筈でありますから之を傾けると G', G'' といふやうにその位置が昇ります。故に餘程傾けても重心の位置が最下方に在る位置即ち現位置に歸つて静止することになります。

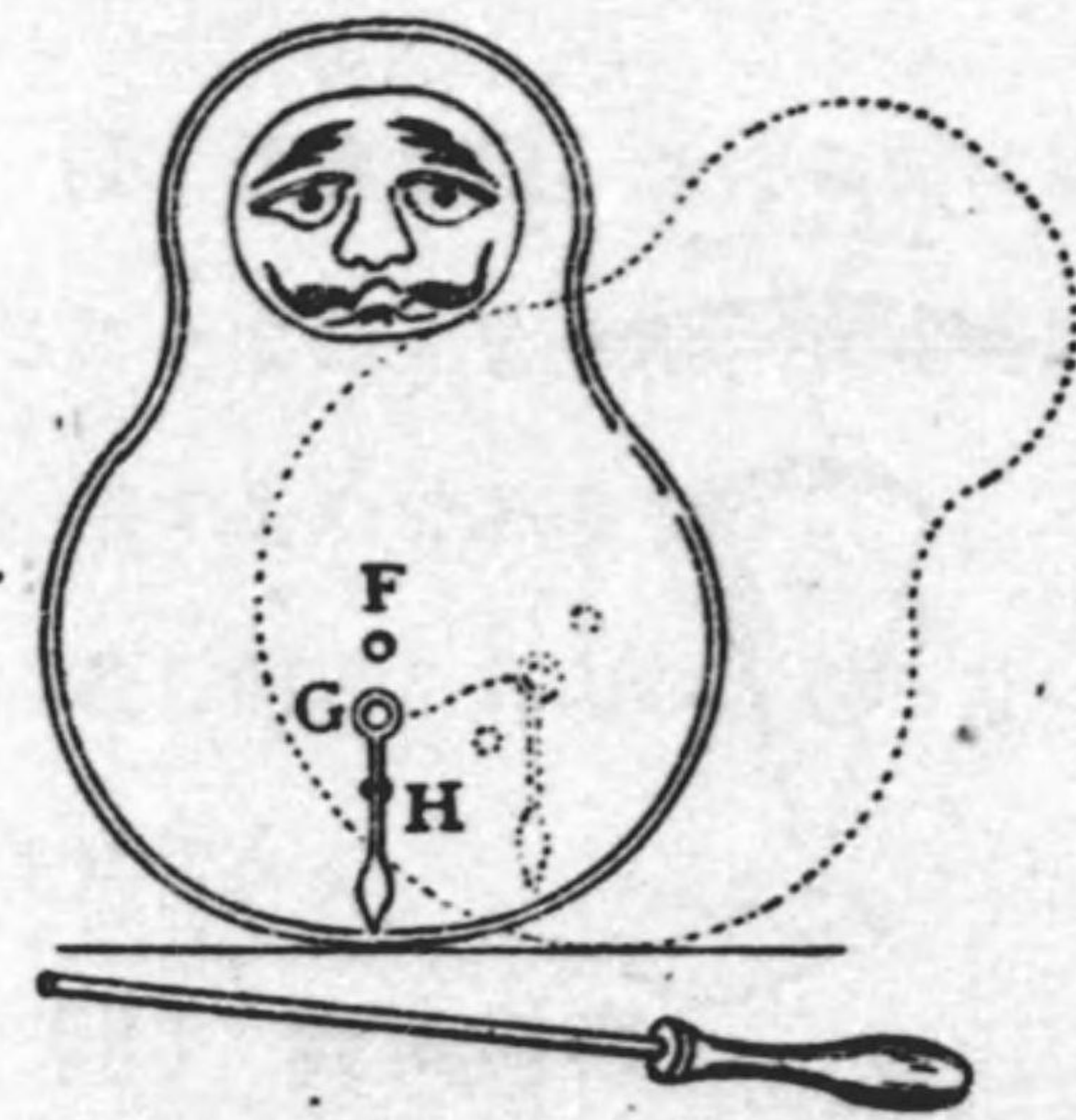
ち現位置に歸つて静止することになります。

今半球の重心がGに在ると假定します。さうすると静止の場合の重心の高さは支へられる面からGNとなります。

之を右圖の如く傾けたとしますと重心の高さはGN' となります。而してGN' はGNより大でありますから重心が高まつたこととなります。依つて重心を降さんとして重心の高さの最も低いGNになつて静止します。



(2) 不倒翁の場合も同様に取り扱つてよい譯になります。即ち傾けるとその重心の位置が昇ります。



之を實驗的に示すために作られた次圖の如き装置があります。この装置では不倒翁の重心Gから指針が常に鉛直に垂下するやうに出来てをります。

之を傾けますと底面と指針の下端との距離が増しますから重心の位置の昇ることがわかります。

又その重心、その直上、直下を水平に貫いて孔が造つてあり、そこに棒を



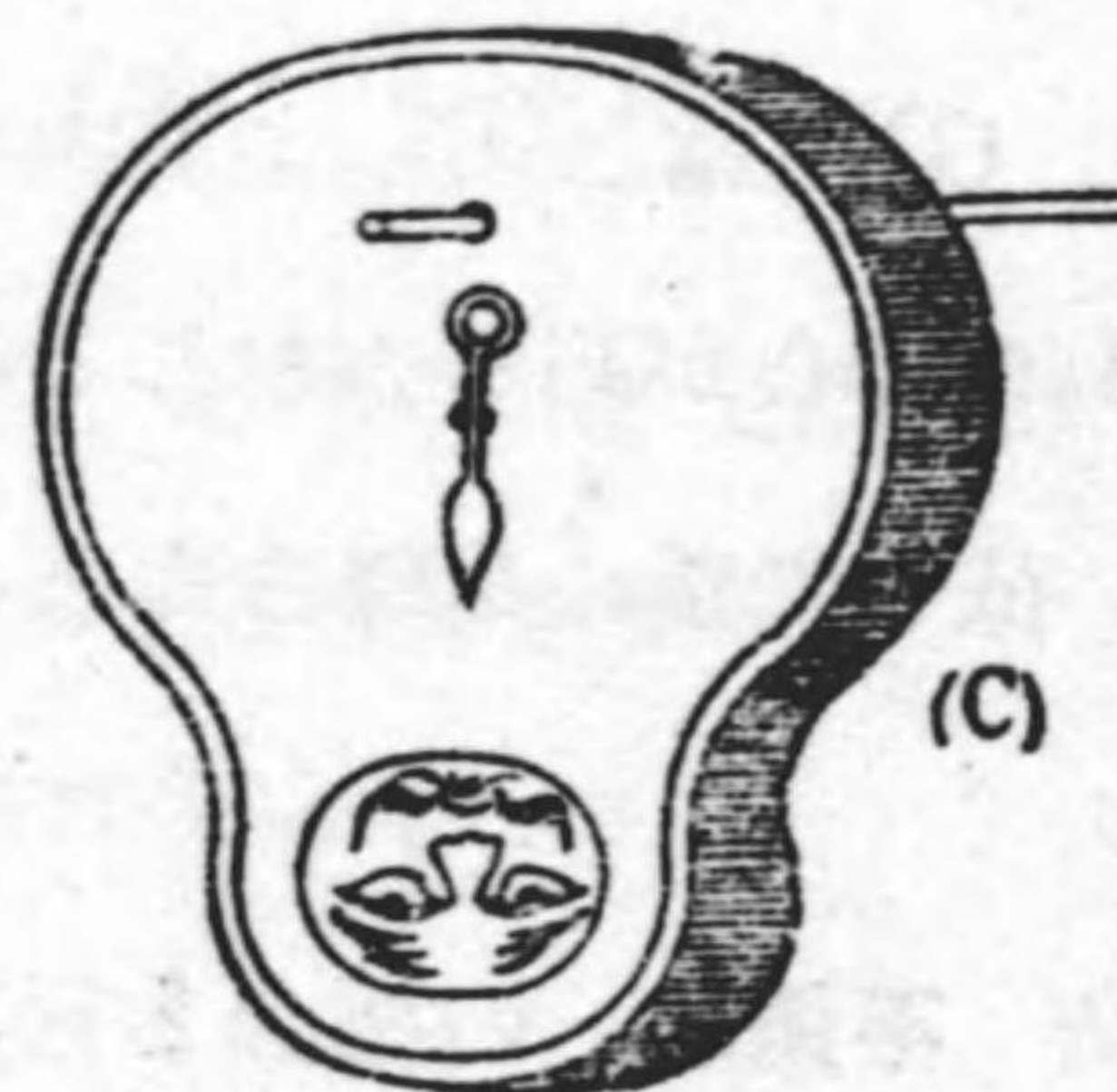
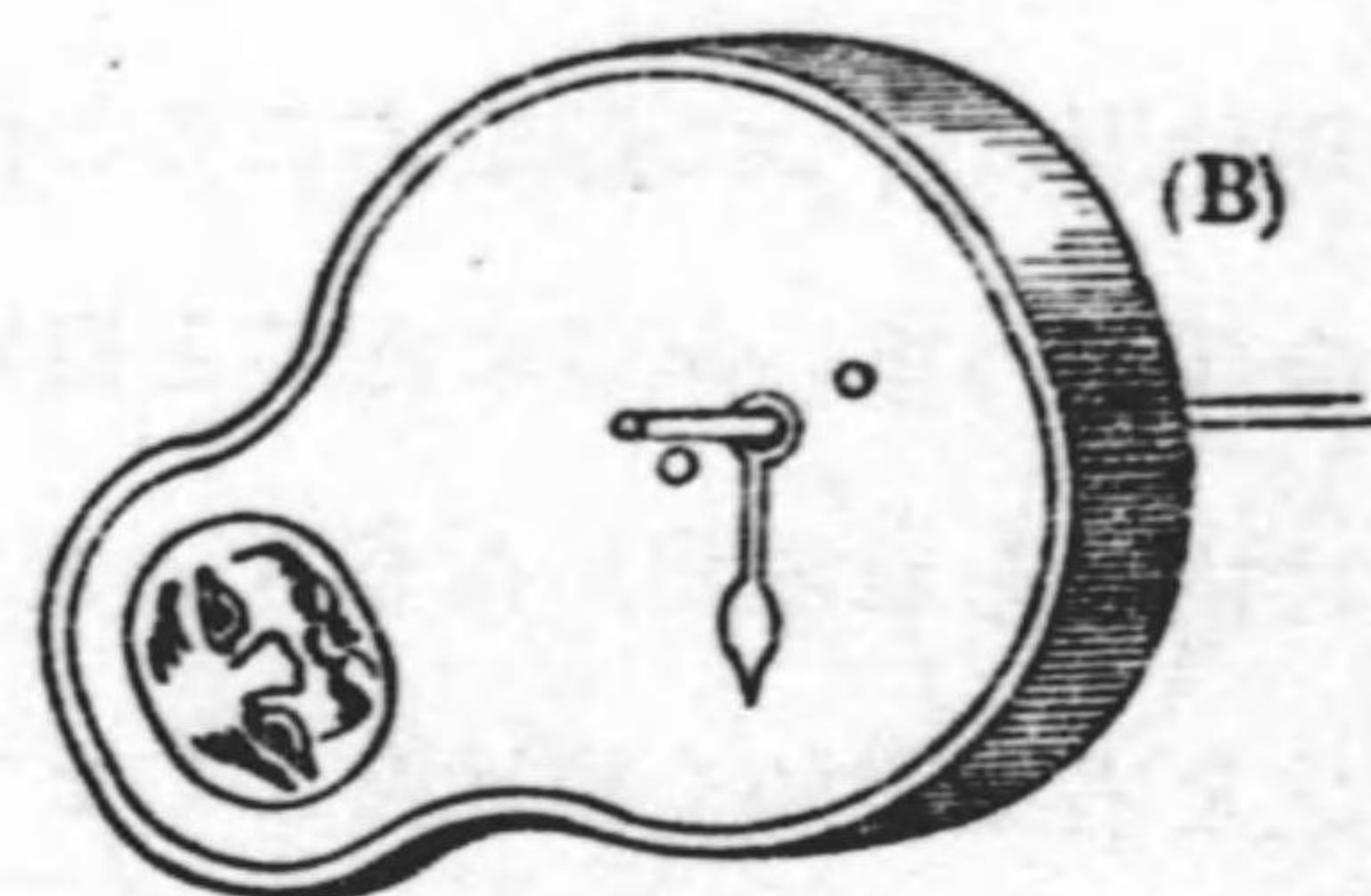
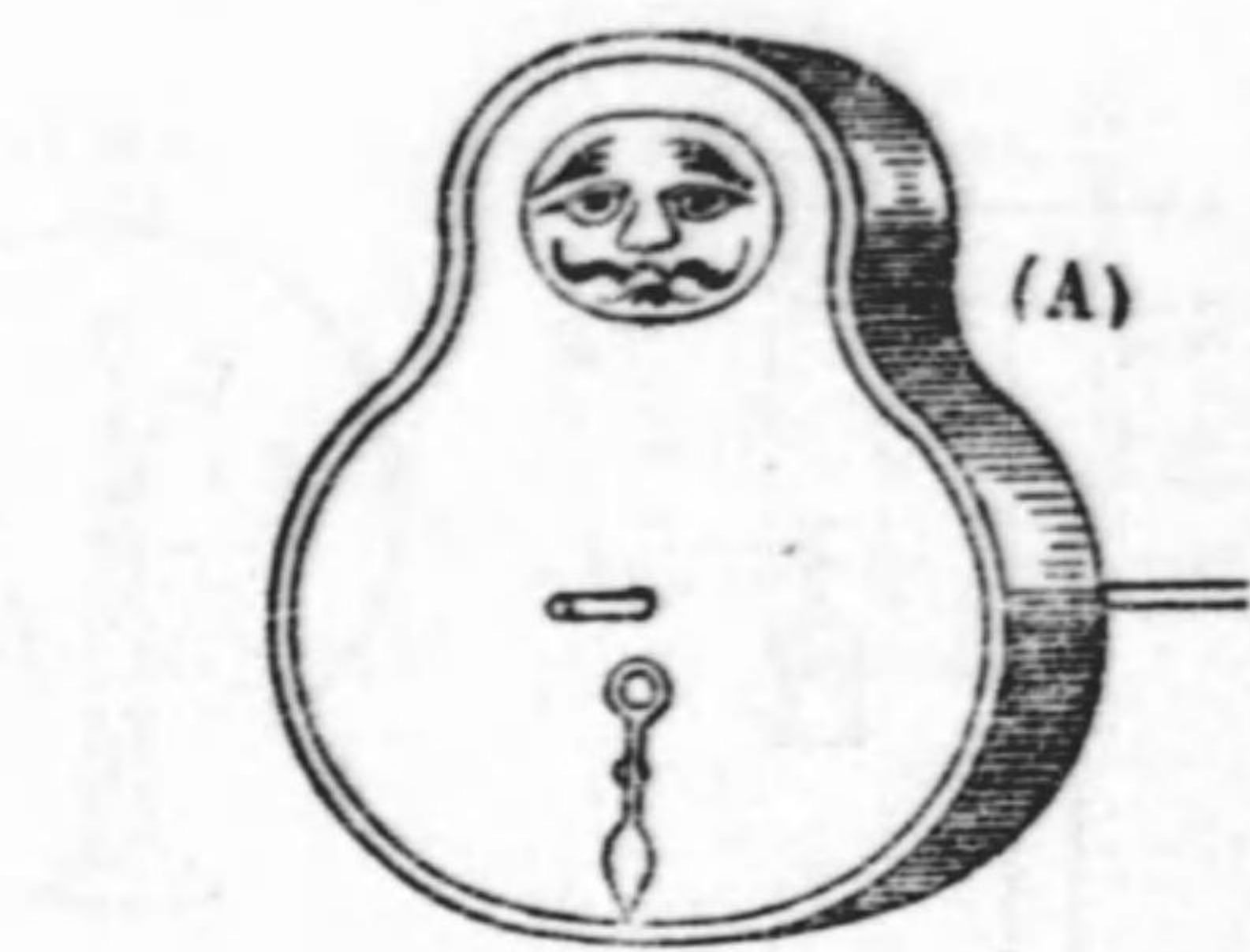
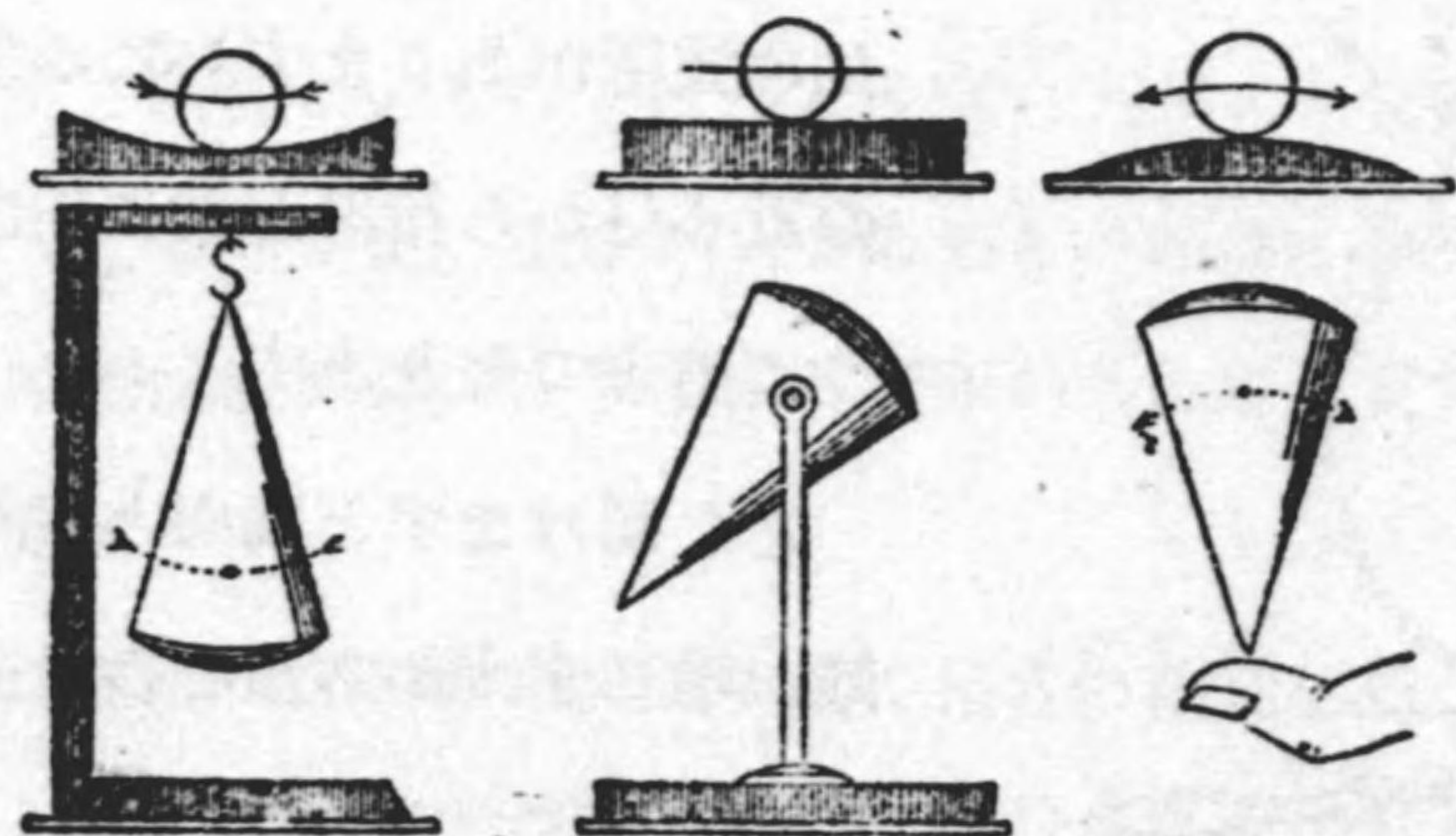
挿入して支へますと重心以外では常にその、直下に重心が来て前圖の如く静止しますが棒が重心を通過して挿入せられてをる場合にはそれを如何に廻轉させても常に任意の位置(B)に静止します有様がよく見られます。

(3) 荷物と身體との關係。重荷を持つために偏重が起ると重心からの鉛直線が兩足で形成してをる基底外に出ようとしますから、それと反對の側に身體の一部を曲げて、この鉛直線が基底外に出さないやうにつめます。

(II) 添加資料。

米國の中等教科書には次圖の如き圖示で一點で支へられる物體の三種の釣合を巧妙に表はしてをります。

之は理解を助けるのに好都合な圖示法だと思ひます。



頁 節  
118 118 浮體の釣合。

(I) 教授要項。

アルキメデスの原理、浮體の重さとそれに働く浮力等を復習した後次の要項により教授します。

(A) 圖示の浮體につき重心(船のみにつき考へた重心)と浮心(排除した水の形態を想像してその水の重心)との吟味をします。

(B) 傾ける浮體につき以上二點の吟味。

重心。重心は船につき定まれるもので移動しない。

浮心。排除する水の形態に応じてその幾何學的重心に移動する。

(C) 重心に作用する全重力。鉛直に下方に作用する } 相等しく方向反對  
浮心に作用する全浮力。鉛直に上方に作用する } 且つ平行

故に偶力をなし浮體を廻轉する能率を表はす。

(D) 復舊、顛覆の吟味。

(1) 偶力の廻轉能率の方向から { 傾きに反對 復舊  
傾きの方向 顛覆

(2) 異中心(Metacenter)の位置から { 異中心が重心の上方 復舊  
異中心が重心の下方 顛覆

(E) 注意事項。多くの船は傾きの角度が30度以下では異中心が重心下に來ることはありません。又よく動搖する船は一方からは復舊の敏活であることを示すものであります。

若し何等の外力の影響もないのに傾いた儘で進む船があれば、餘りよくありません。

(II) 實業考察。

荷車で上方が重過ぎることを上荷が勝つと俗に申しまして一種の警戒の言



葉としてをります。かくすると荷物車を含む全体の重心が高まつて不安定になるからであります。

故に下方に重いものを積んで重心を低くし、安定度を高めるのが普通であります。

**(II) 問題の取扱。**

118頁 問. 上述の實業考察は荷車の方。

船でも重荷を下方に積んで重心を下げると、異中心が低い場合でも、重心がそれより下に在る関係で顛覆が免がれ易いやうになります。

**第二章 單一機械**

頁 節

119 119 挺子。

**教授要項。**

(A) 器械としての挺子。棒に支點を組合せたためその各部が一定の關係的運動をするやうになり、他から受入れる仕事にともなつて他に移す仕事が出来ます。

(B) 挺子の三種。支點、力點、重點なる名稱は必ずしも適當ではありませんが、この三點相互的の位置から三種に區別せられる次第は充分徹底させて置く必要を認めます。

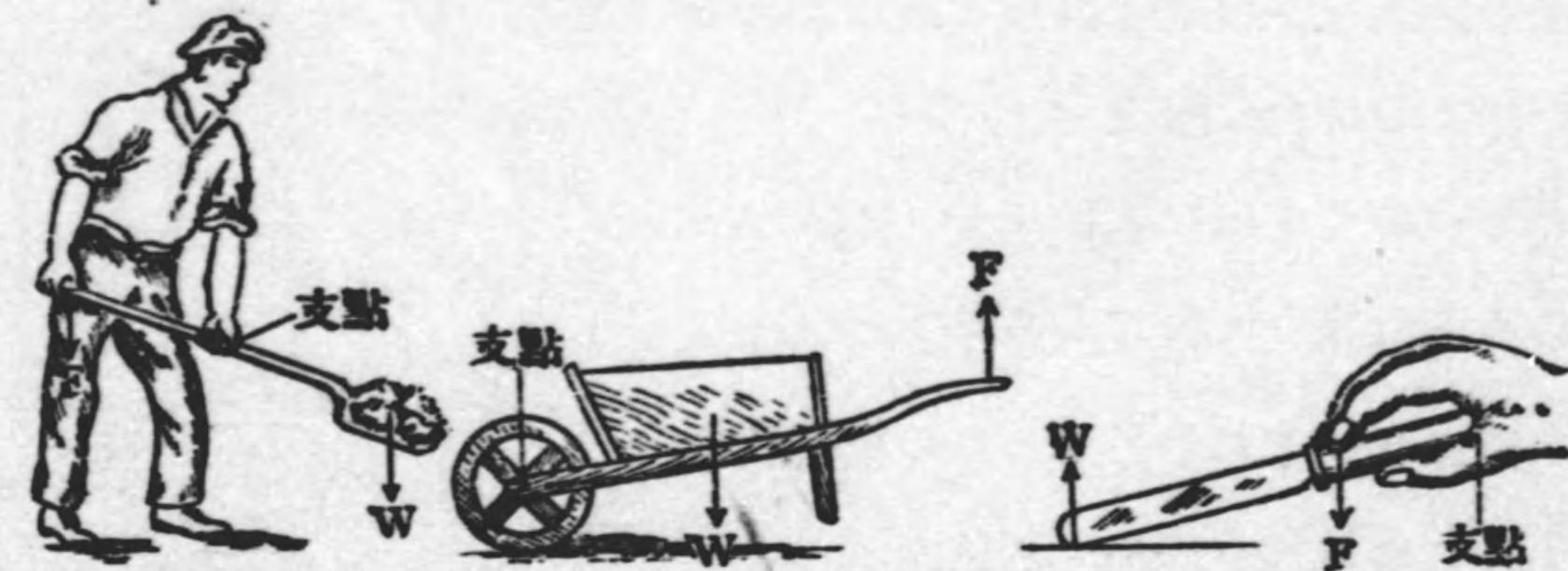
之を日常使用する實用具に連結して具體的觀念を得させます。

(C)  $F \cdot \overline{OB} = W \cdot \overline{OA}$  を基礎として三種の挺子の長短、特徴の吟味。

(1) 第一種 (支點が兩作用點の中間に位置する場合)

支點の位置で次の三つの場合がある。

力を利用距離を損ずる場合 (支點が作用を他に及ぼす點の方に偏在する場合)  
 力を損し、距離を利用する場合 (支點が力を加へる點に近く偏在する場合)  
 力にも、距離にも損得なき場合 (支點が中央にある場合)



之は速さの損得より考察しても面白い。

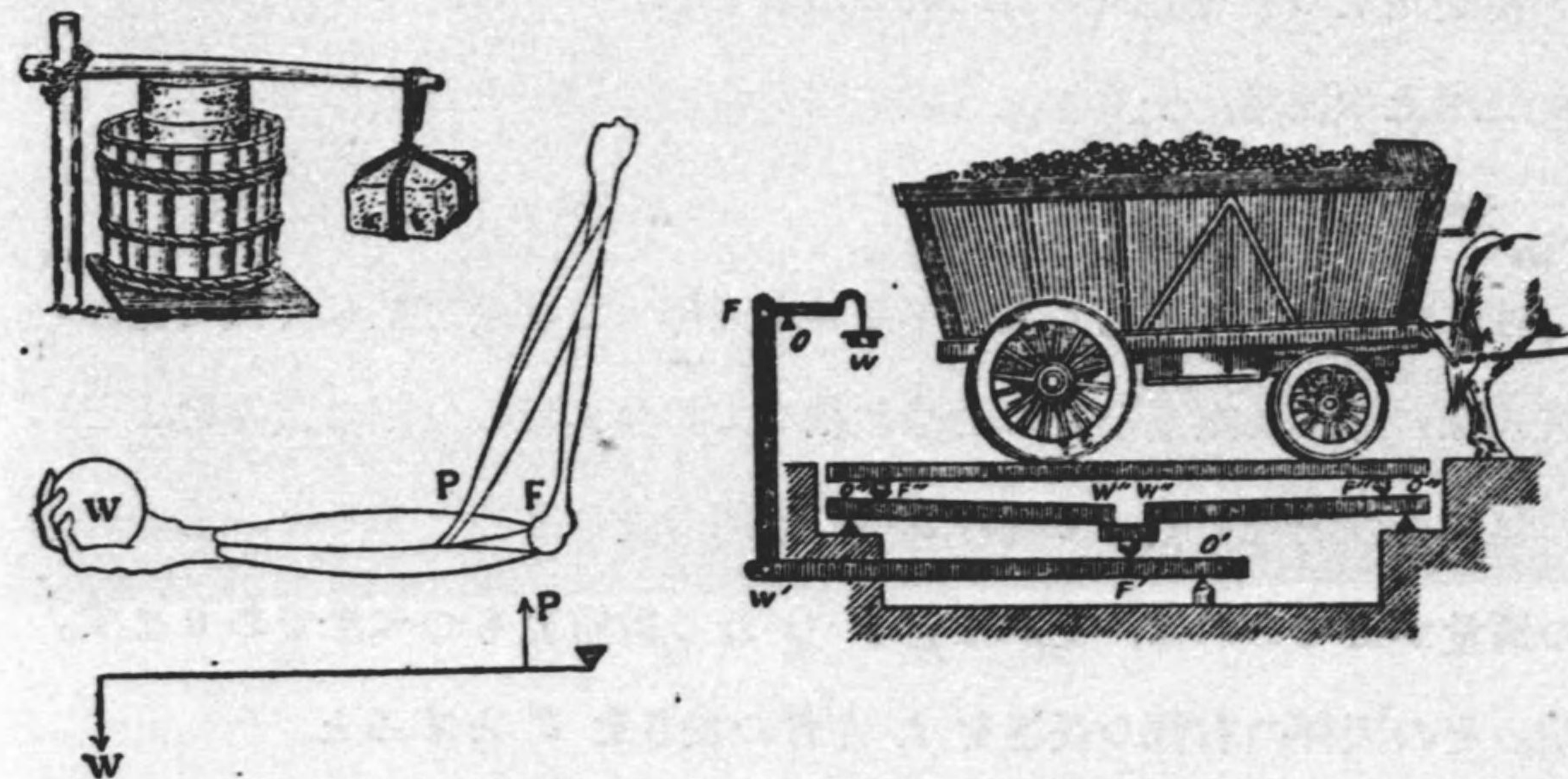
(2) 第二種 (作用を他に移す點が中間に在る場合)

$\overline{OB} < \overline{OA}$  故に力を利用距離を損ずる。

(3) 第三種 (力を加へる點が中間に在る場合)

$\overline{OB} > \overline{OA}$  故に力を損し距離を利用。

(D) 諸實例。日常生活に利用せられてをる挺子の色々な例を擧げて以上の觀念を基準として解明せしめます。



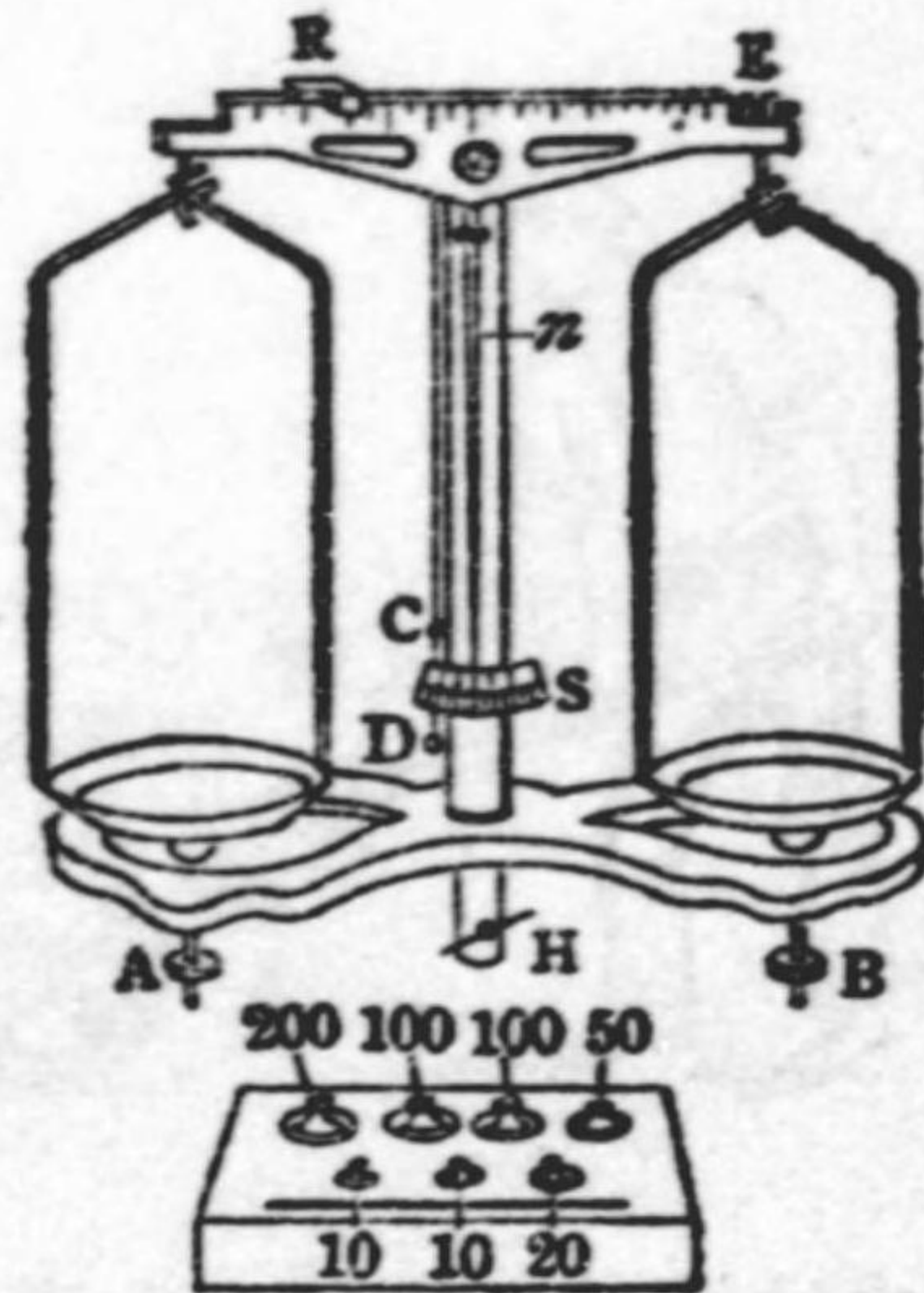


頁 節  
120 120 天 秤。

(I) 教授要項。

(A) 第一種の秤子より見た天秤の構造。

- 支點の構造及び堅硬な双先と同様な支臺とを用ふる理由の附説。
- 金属桿→軽くするための工夫、丈夫ならしめる理由等を考察せしめます。



(附) 秤皿及びそれを吊せる點の構造。指針及びそれを附加する理由。

(B) 優良な天秤の構造。

- 兩臂の長さの等しいこと。
- 空皿の時桿が水平の位置をとつて靜止すること。
- 重心が支點の直下に在ること。
- 感度の鋭敏なこと。
  - 臂が長いこと。
  - 桿が軽いこと。
  - 支點と重心との距離の小なること。

かくすると少しの偏重で大きい傾角を示すことになります。

(C) 質量測定の原理。重さの比較で質量を求むること。

(D) 使用上の注意。平素生徒實驗の際の經驗の整理と理由添加。

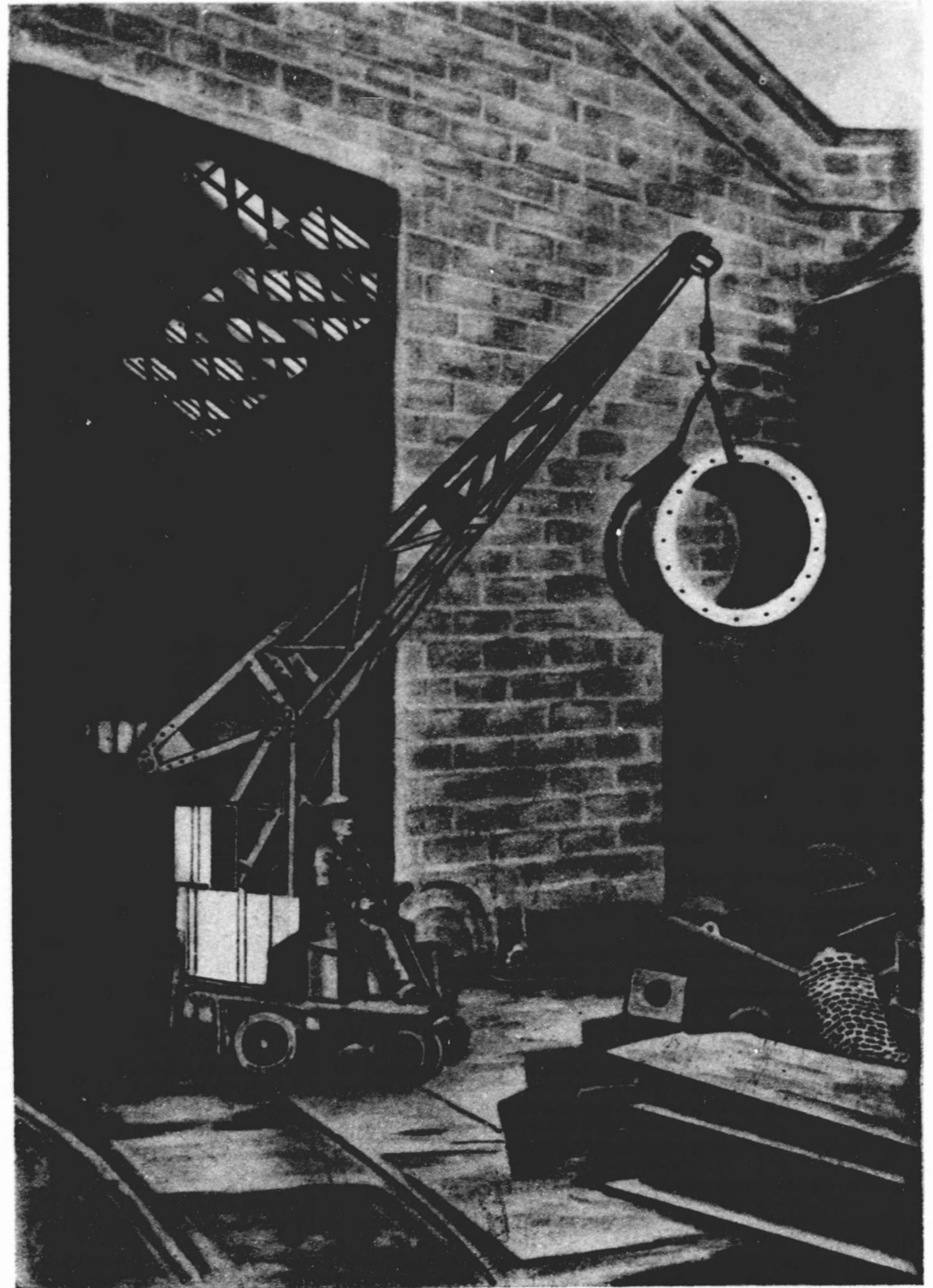
(II) 添加資料。

複秤法。桿の長さの等しくない不正確な天秤で質量を正しく測る方法。

右方の皿に分銅、左方の皿に物體を載せて釣合ふ時の分銅の讀みを  $P$  とし、左方の皿にその物體を載せて釣合ふ時の分銅の讀みを  $Q$  とすると、その物體の眞の質量が  $M$  であれば、それは  $\sqrt{P \cdot Q}$  なる數値をもつべきであります。

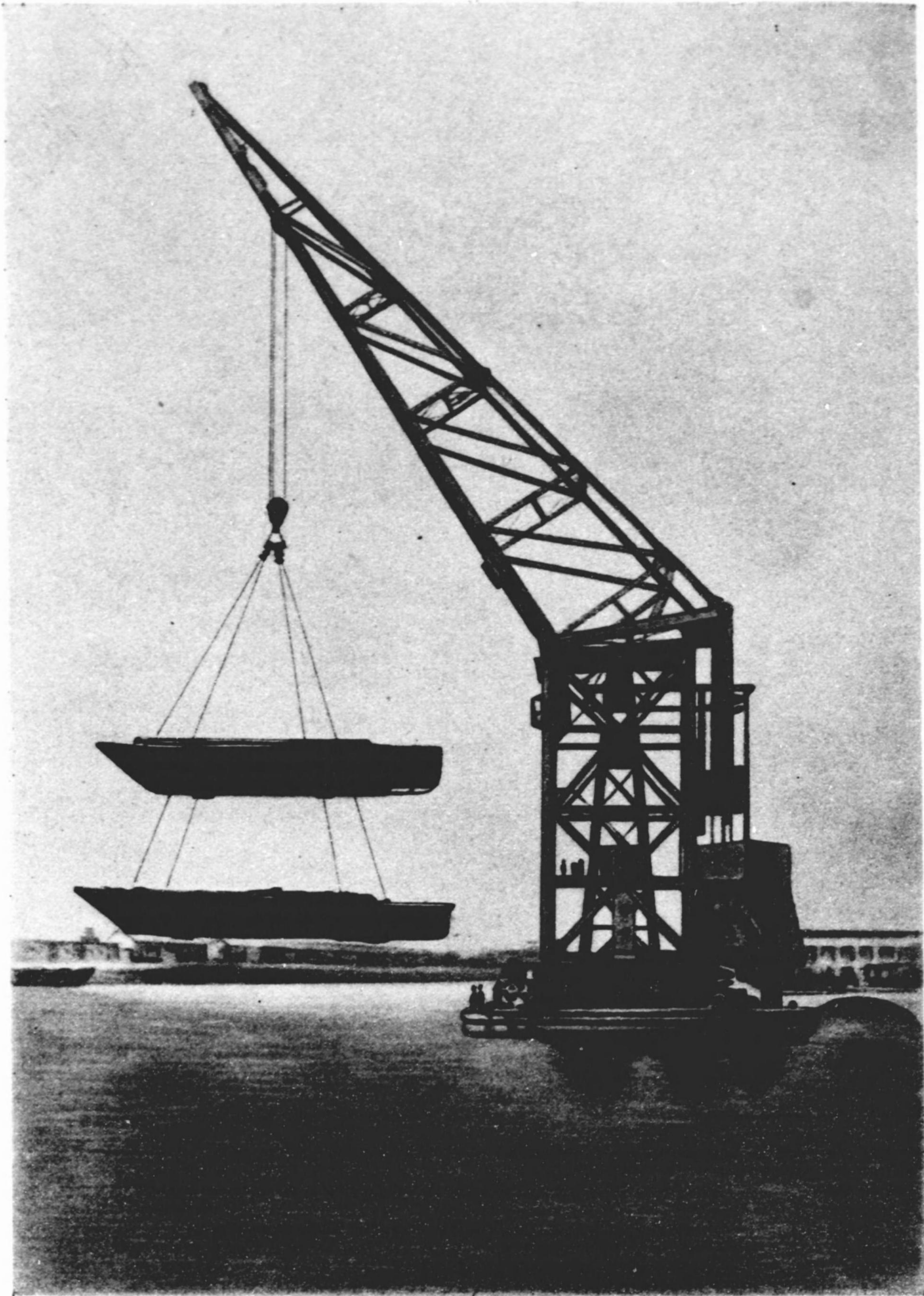
説明。その天秤の右臂の長さを  $l$ 、左臂の長さを  $l'$  とすると





移動起重機





浮 游 起 重 機

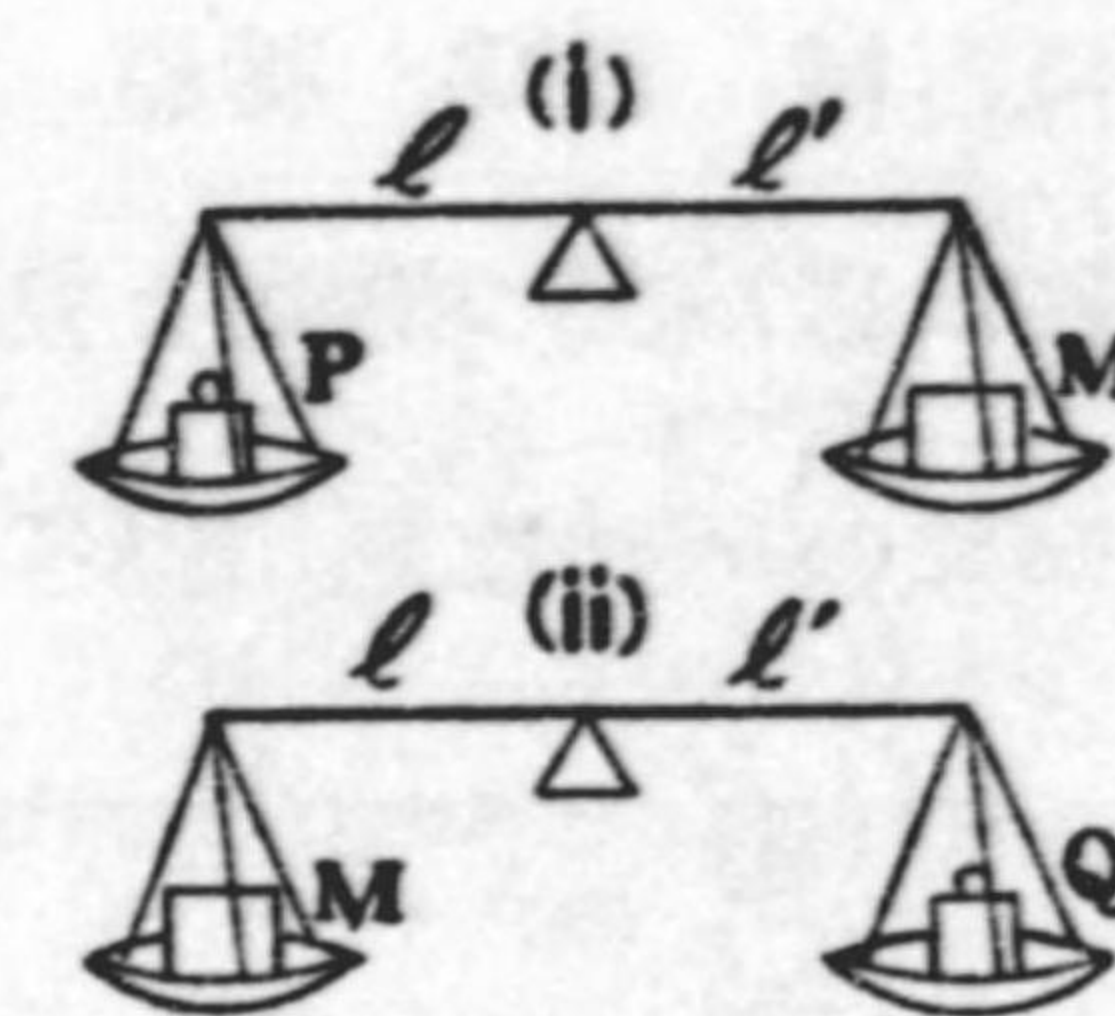


$$Pl = Ml' \quad Ml = Ql'$$

$$\frac{l}{l'} = \frac{M}{P} = \frac{Q}{M}$$

$$\text{従つて} \quad M^2 = P \cdot Q \quad M = \sqrt{P \cdot Q}$$

このやうな方法で眞の質量を求めることを複秤法といひます。



### (II) 問題の取扱。

120頁 問. 前の複秤法その儘の問題であります。

$$\left. \begin{array}{l} 5l = Ml' \\ Ml = 3.2l' \end{array} \right\} \text{から} \quad \frac{5}{M} = \frac{M}{3.2}$$

$$M^2 = 5 \times 3.2 = 16 \quad \text{故に} \quad M = 4(\text{グラム})$$

頁 節  
120 121 桿 秤。

#### 教授要項。

桿秤の種々の位置に分銅を移動するは能率の増減を利用する趣旨であることを説明して本器の特徴を示します。

勞作本位で生徒に製作させて目を盛らすのが最も有効であります。

頁 節  
122 121 輪 軸。

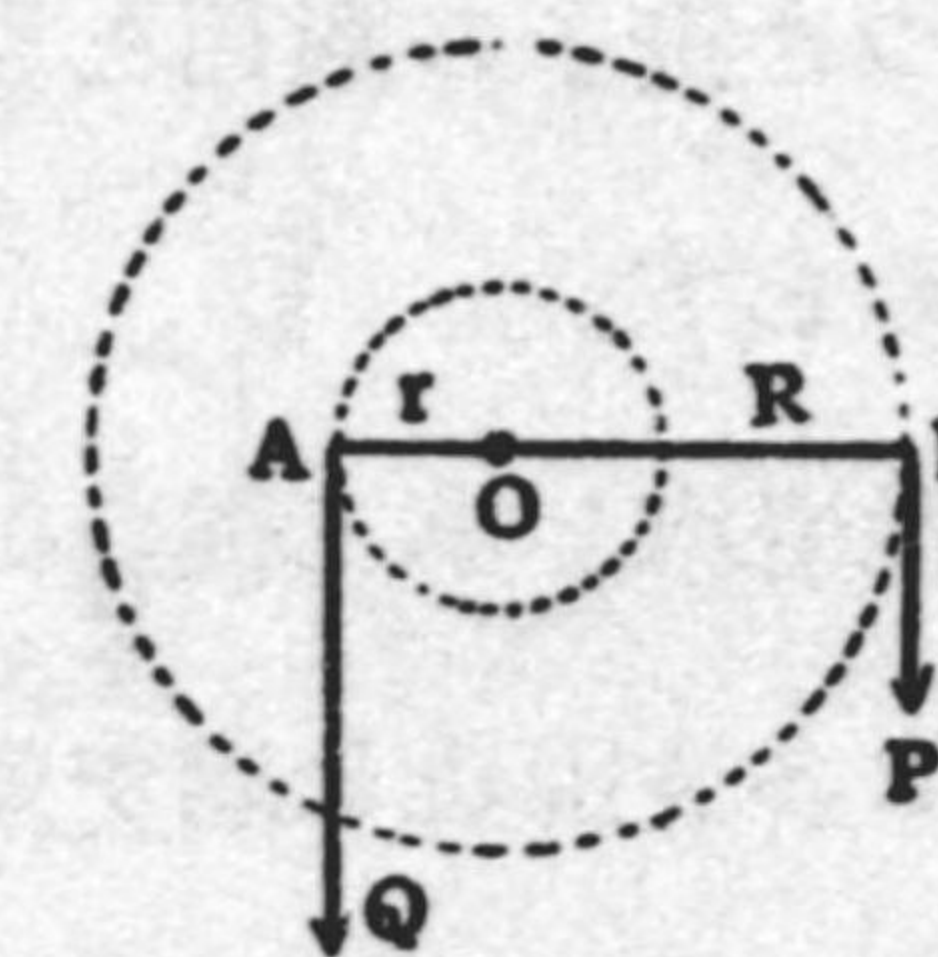
#### (I) 教授要項。

(A) 挺子の應用として輪軸の構造を考察せしめます。軸を支點とし、Rとrとを兩臂とする挺子として取扱ひ、

$$P \cdot R = Q \cdot r$$

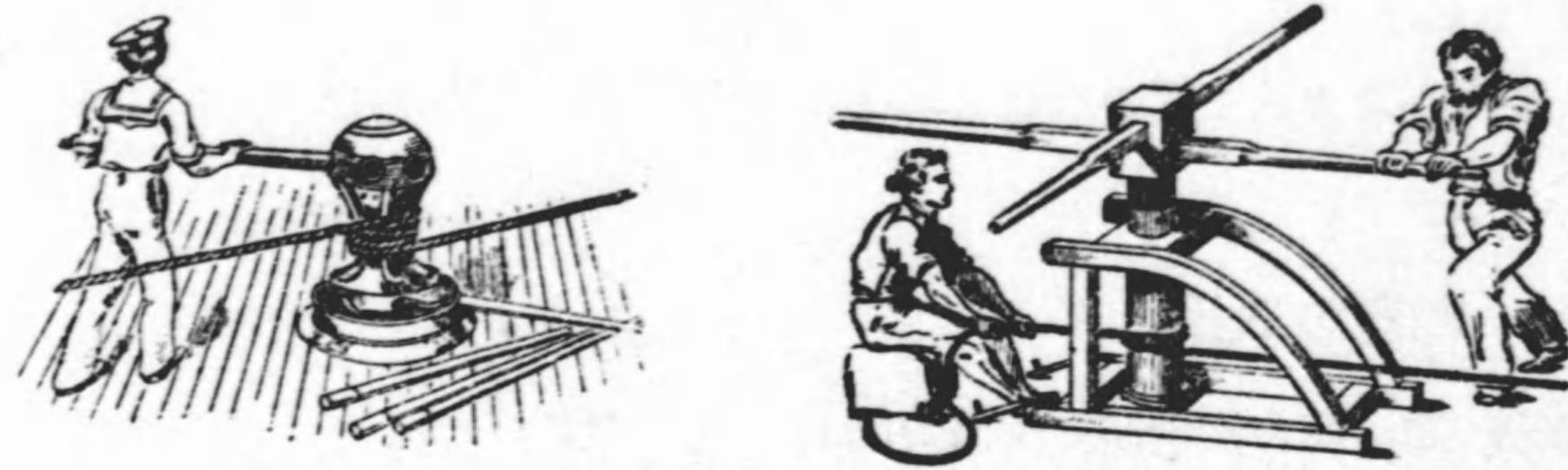
より力を利する使用法と距離或は速さに於て利せんとする使用法等とを吟味せしめます。

(B) 應用事項の列擧とその應用方法の考察。車地、





捲揚器械 齒輪、轆轤、其の他把手を太くし又それに長い柄を附けた捲取器具類に皆輪軸の應用と見るべき方面であります。それ等について要所を指摘し輪軸の巧妙な應用例につき考察せしめます。



(II) 総合的應用方面。輪軸の應用は見方によれば甚だ廣く、日常生活は固より各方面に活用されてをります。その多くがネヂの應用とも輪軸の應用とも見られるものであります。

(III) 問題の取扱。

121頁問  $b, d, f$  の徑を各、 $r$  とすると、 $a, c, e$  の徑は各、 $5r$  となる。

故に  $W$  を支へるには

$$W \times \frac{r}{5r} \times \frac{r}{5r} \times \frac{r}{5r} = \frac{1}{125} W \text{ の力 } (F) \text{ でよい。}$$

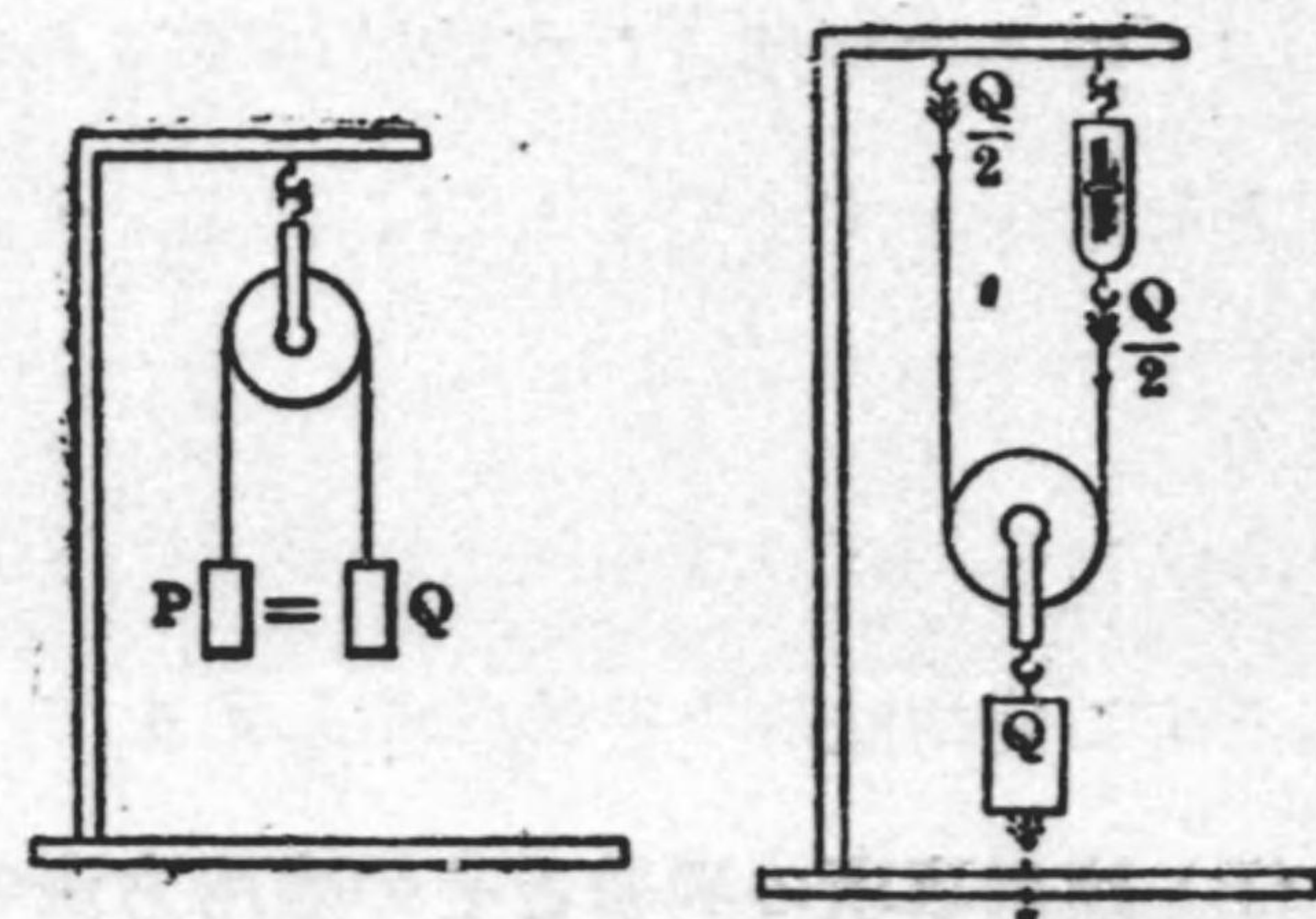
頁 節  
122 123 滑 車。

(I) 教授要項。

(A) 定滑車と動滑車及びその特徴

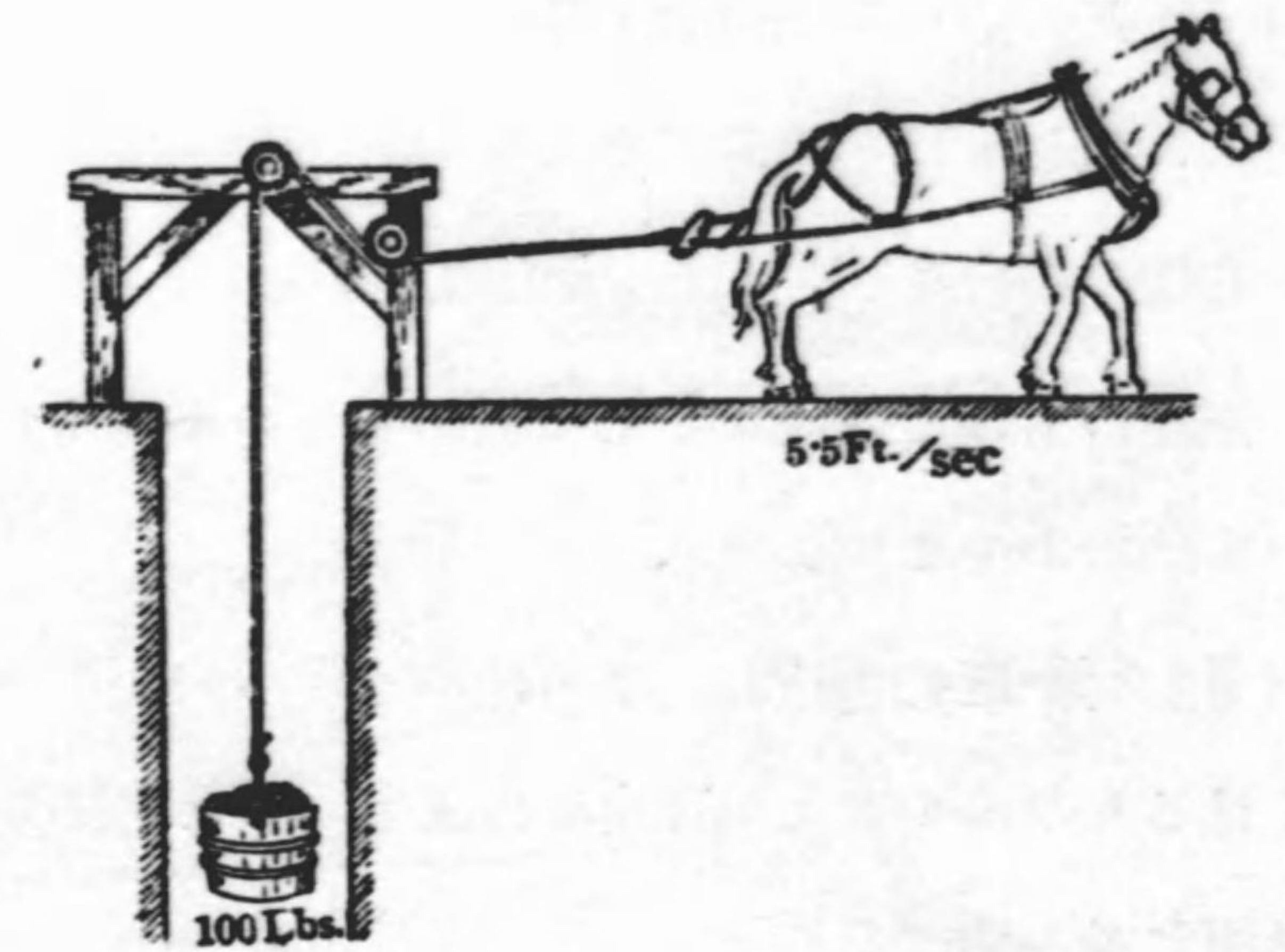
につき挺子の應用と見る考を工夫せしめます。

動滑車を第二種の挺子と見ることには多少困難を感じる生徒がありますが、支點は必ずしも固定點でなく



てよい次第を附説すれば了解するやうに思はれます。

定滑車は力の方向を變ずる上に役立つもので右圖はこの關係を示したものであります。

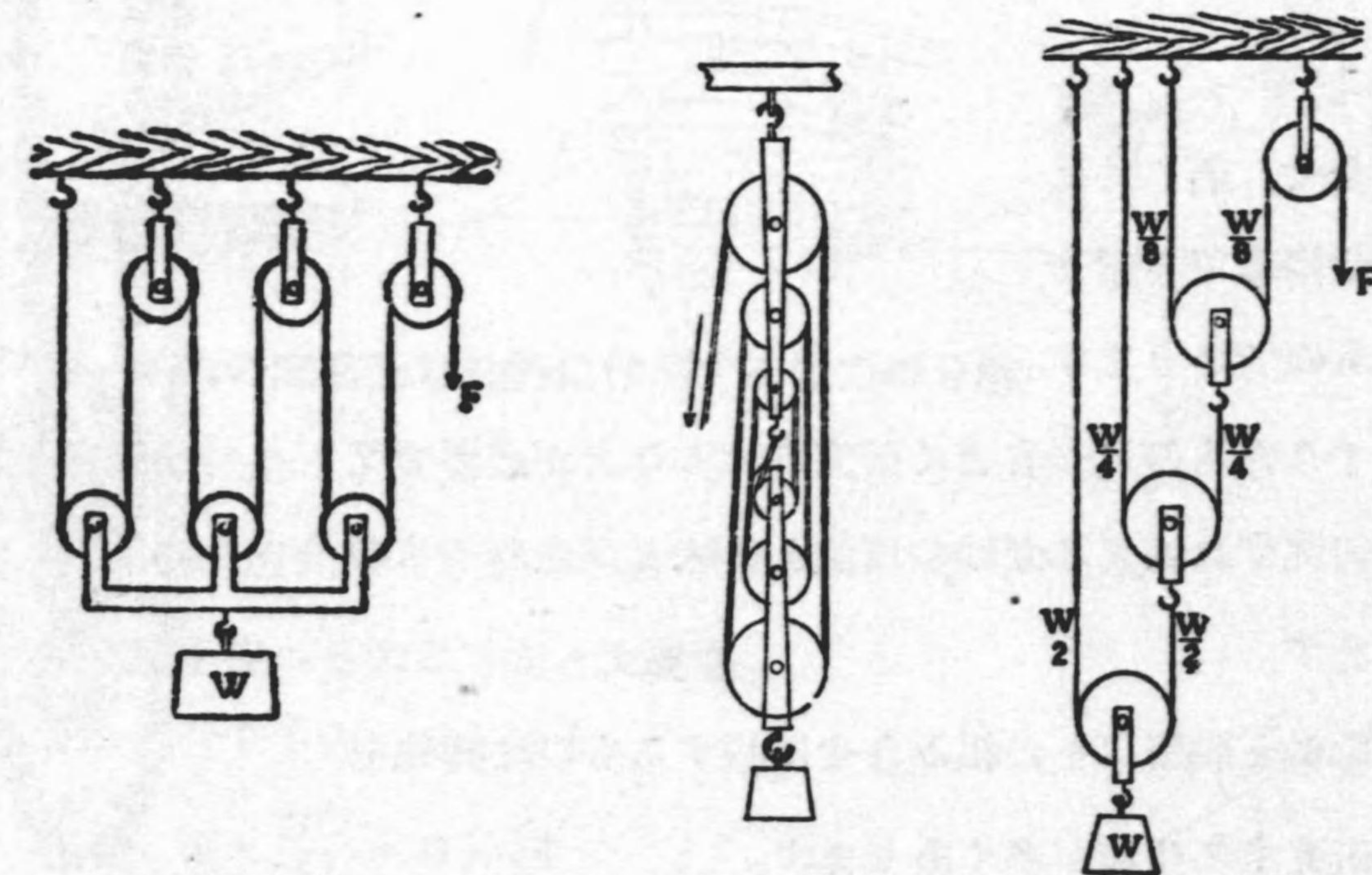


之は別頁に圖示してあ

ります力学一般實驗器によりますと實驗的にも確實な結果が得られます。

(B) 組み合せ滑車。次の三種類につき指導し置けば充分と思ひます。

中央の圖のものを教授する前に最左のものを加へて先づ取扱ひ、 $F = \frac{W}{6}$  なる關係を、六本の綱で支へるためとするか、或は三分したものを動滑車に受けてその  $\frac{1}{2}$  になるとして解いて置けば、中央のものも容易に説明せしめられます。



一般的に以上の場合には



$F = \frac{1}{2n}$  となります。

但し  $n$  は動滑車の数。

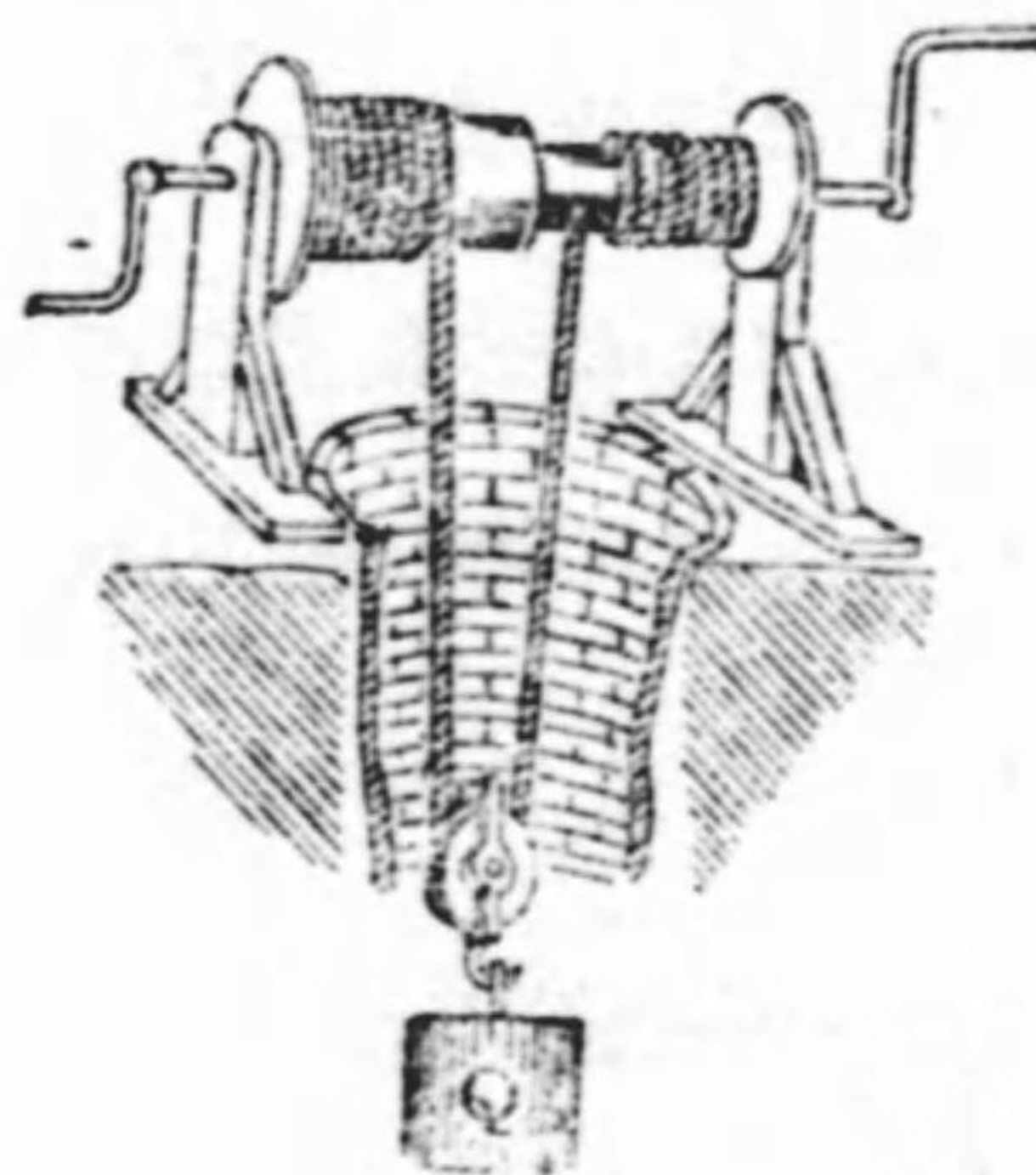
右端の場合は  $F = \frac{1}{2^n}$  となります。

左端のもので徹底せしめて置かぬと中央のものを右端のものに如く誤り易いものであります。

(II) 滑車の應用。之には様々のものがありますが、然し成可く日常よく見るものにつきその理由を推究することを必要とします。何も物珍しい

應用を多く擧げること  
を要しません。

右圖の如きは輪軸と

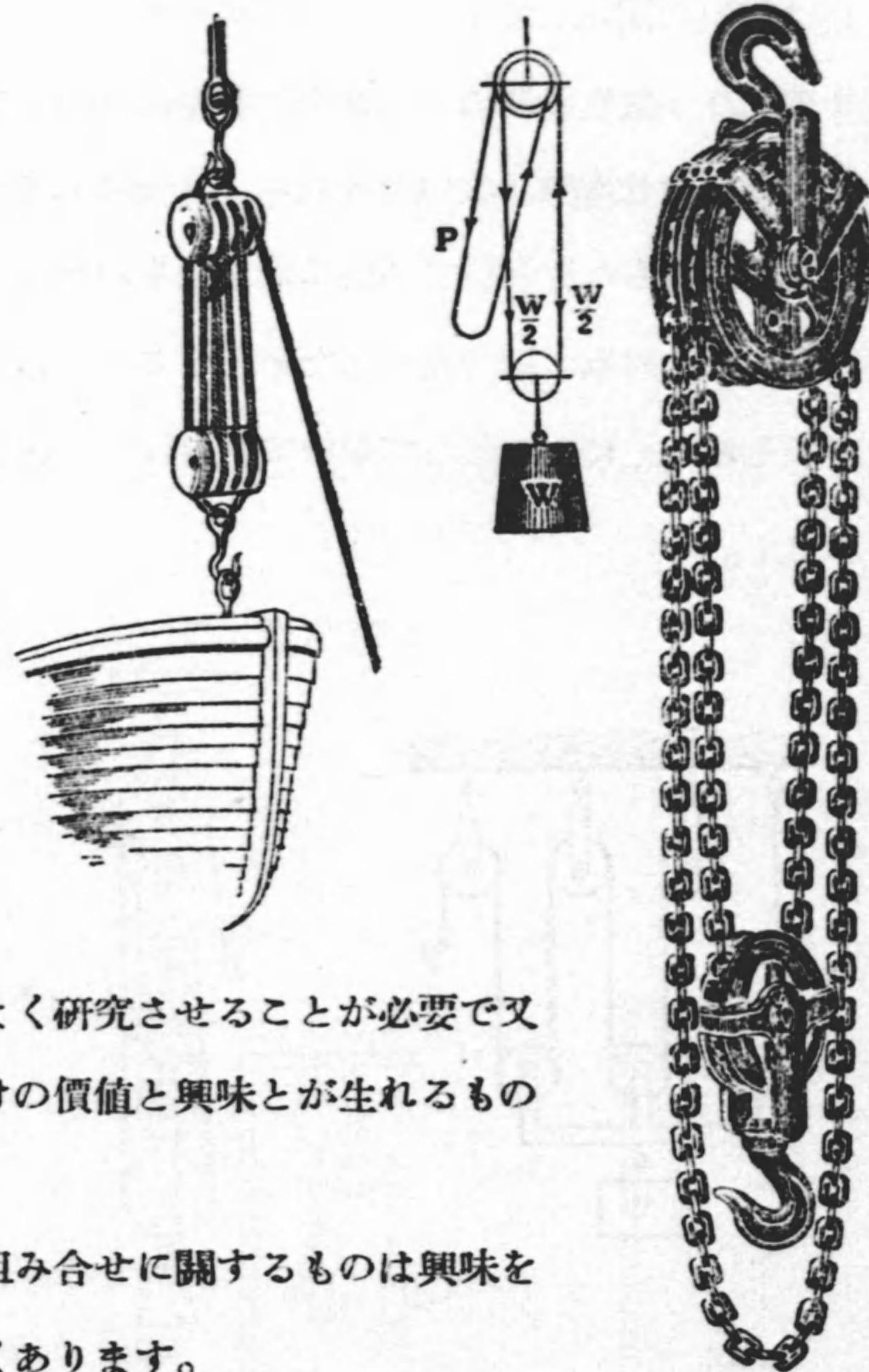


の組み合わせ、若しくは  
組み合わせ滑車で日常よく  
見るものであります。

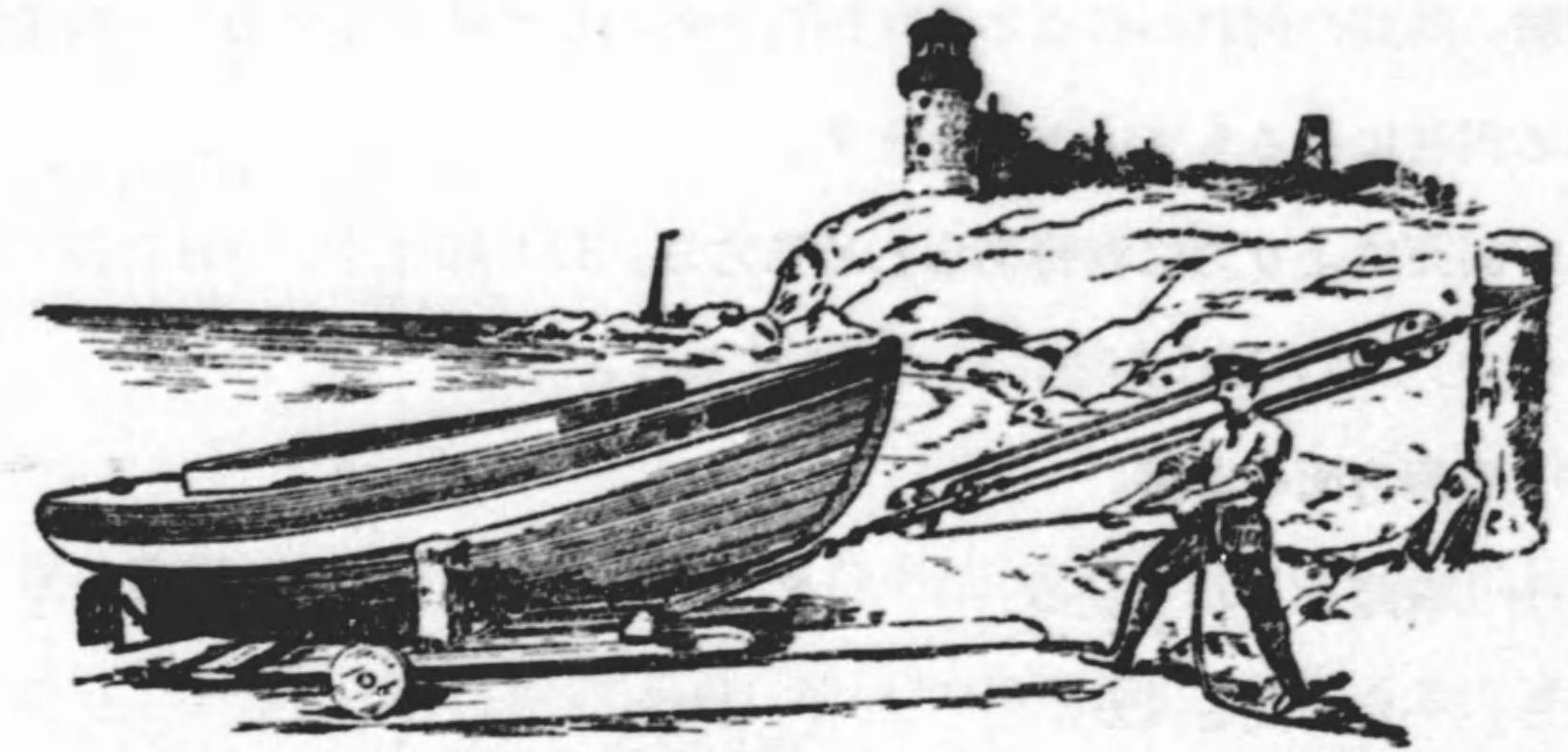
このやうなものにつきよく研究させることが必要で又  
そこに研究すればするだけの價值と興味とが生れるもの  
であります。

殊に輪軸と動滑車との組み合わせに関するものは興味を  
有つて研究する生徒が多くあります。

前圖の最右端の如き場合には  $P = \frac{W}{2} \frac{R-r}{R}$  で釣合ひます。



こゝに  $R$  は輪軸の半徑で、 $r$  はその軸の半徑であります。

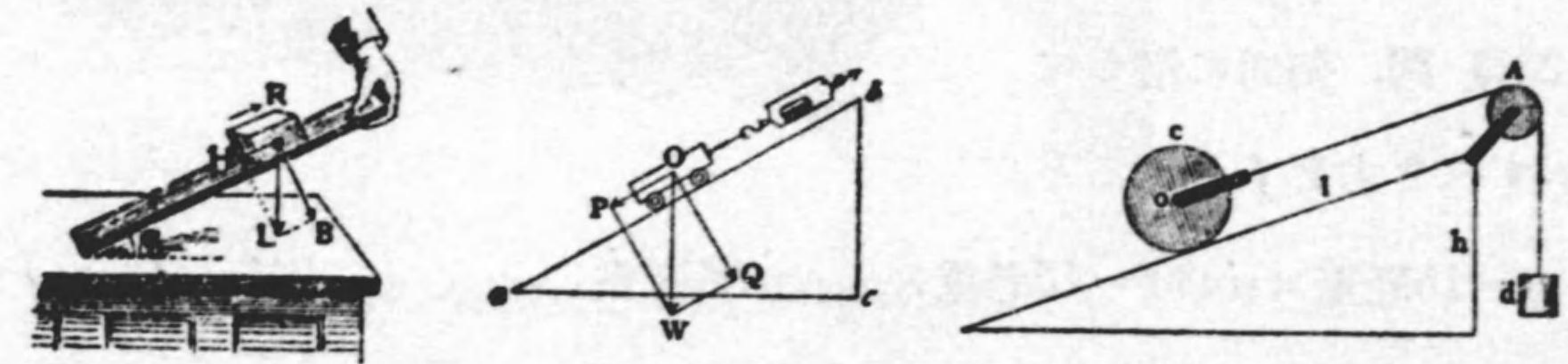


頁 節  
122 124 斜 面。

(I) 教授要項。

(A) 物體の斜面を滑り落ちやうとする力 = その重さ  $\times \frac{BC}{AB}$

直角分力のことを前章で教授してあれば直ちに本旨に入る。なければ力の  
分解をして入ること。



斜面、斜角の定義及び物體に作用する重力の分解

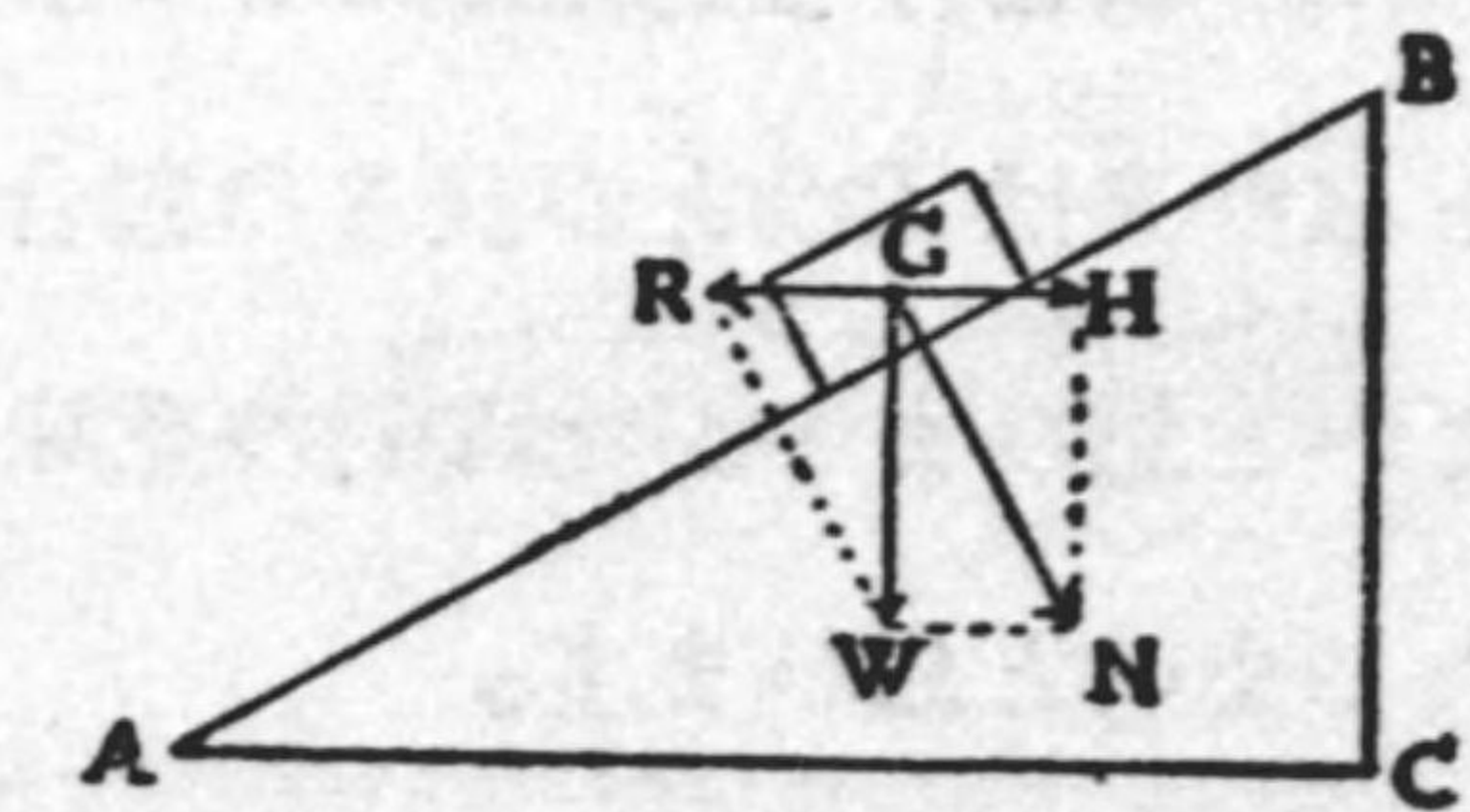
$$\begin{cases} \text{斜面上に沿う下方向の力} & P = W \sin A \\ \text{斜面上に直角でその抵抗と釣合ふ力} & Q = W \cos A \end{cases}$$

(B) 落體を支へる力の方向と大きさ。

斜面上に平行する力  $P$  と同大

$$P = W \times \frac{BC}{AB} = W \sin A$$

水平なる力  $R$  と同大





$$R = W \tan A$$

實驗。前圖の何れかによる。又別頁に圖示してあります力學一般實驗器を用ひる方法によるもよいと思ひます。

(C) 斜面により力に利得あらしめる方法。BC部に比しABを長くすること。(但しこの方法は距離に於て損をすること)。

(D) 應用方面の考察。

(1) 坂路をうねり登ること。一定の高さ(BCに當る)に對して斜邊(ABに當る)にを延長する譯になります。

(2) 梯の登り易く、絶壁の登り難いこと。同上。

(II) 問題の取扱。

123頁 問. 斜面に沿うて働かすべき力を  $f$  とすると、

$$f = 15 \text{ 疋重} \times \sin 30^\circ = 15 \text{ 疋重} \times \frac{1}{2} = 7.5 \text{ 疋重}$$

頁 節  
123 125 楔。

教授要項。

(A) 楔を打ち込む力とその木を押割る力。  $P$  と  $Q$  及び  $Q'$  との関係は  $AB$  と  $AC$  又は  $BC$  との長さの割合になる。之は生徒に對しては證明を略してもよいと思ひますが物理的の意味だけは實驗的結果とでもして知らせなければなるまいと思ひます。



(附) 證明  $AB \perp P$   
 $AC \perp Q$   
 $BC \perp Q'$  } 故に力の代表線で作る三角形  $abc$  は楔  $ABC$  と相似であります。

故に對應邊が各々比例をします。

$$\text{即ち } \frac{P}{Q} = \frac{AB}{AC}$$

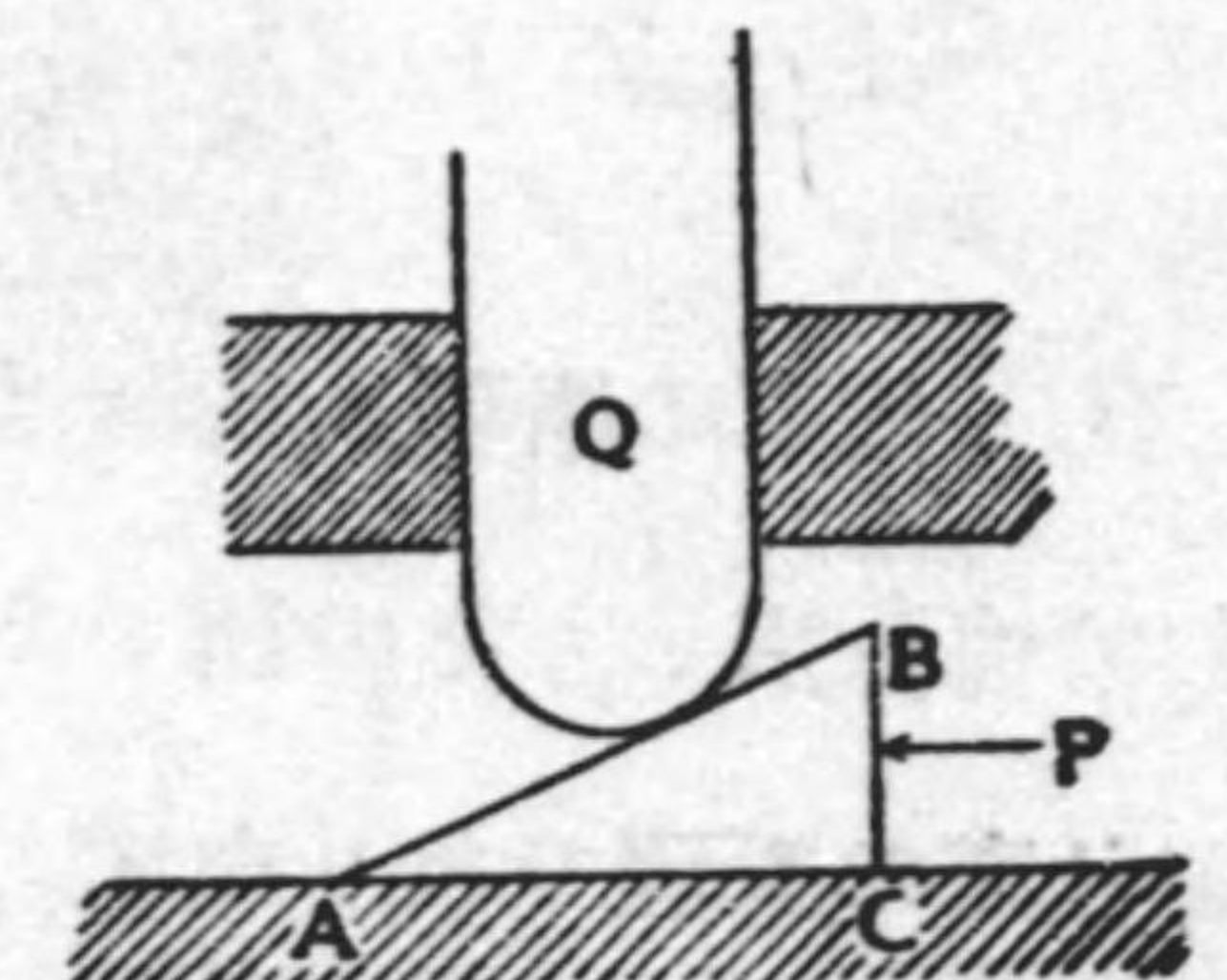
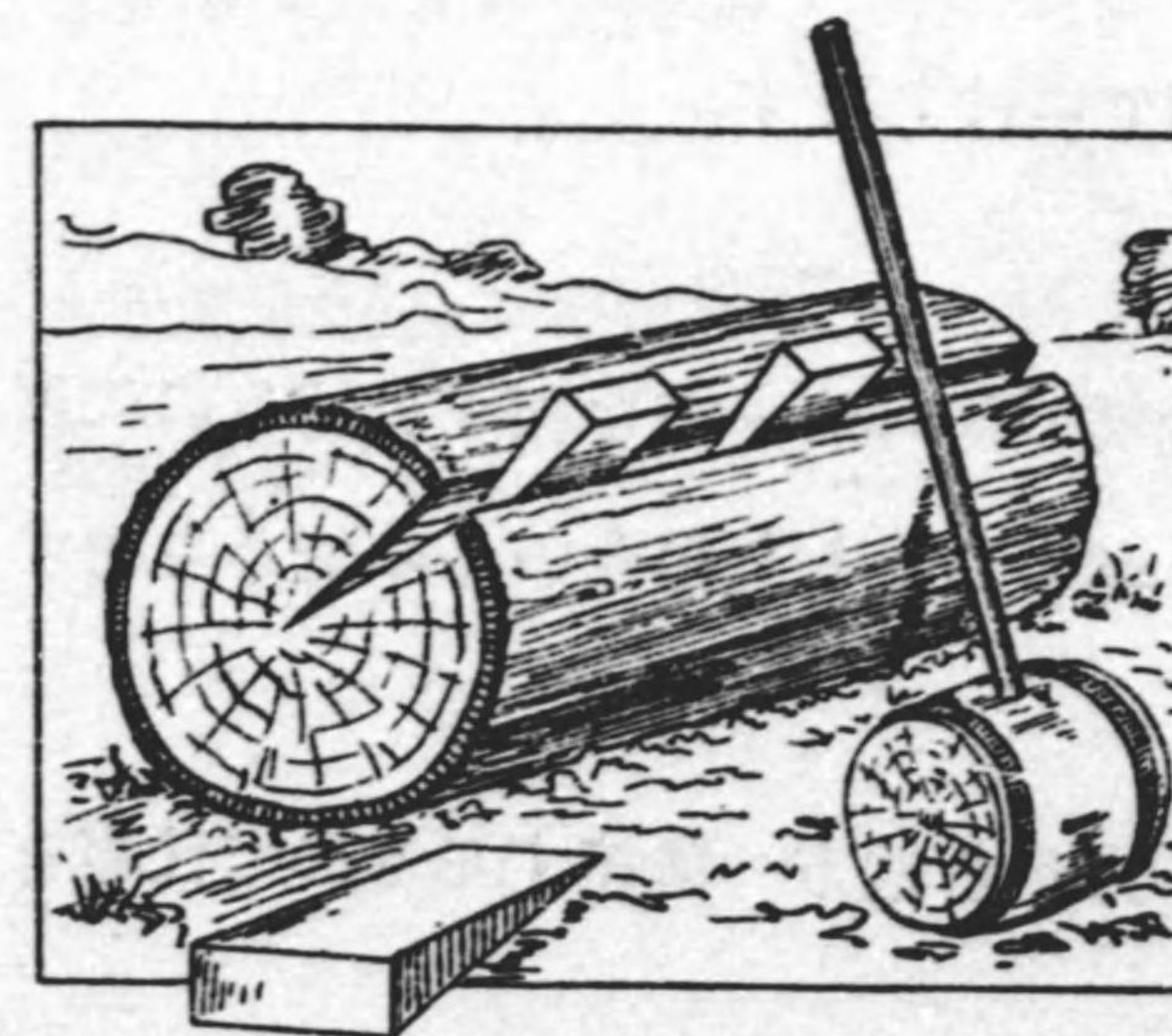
$$P = Q \cdot \frac{AB}{AC}$$

(B) 楔の效能。双先となつて進む角  $C$  の小なる程  $AB$  が  $AC$  や  $BC$  に比して小さいから、小力を  $AB$  に加へても  $AC$  や  $BC$  で横に押す力は強くなります。故に角  $C$  が小さい程力に得があります。

(C) 楔の應用。



(1) 双物。諸刃の双物は二等邊三角形の楔。





片刃の刃物は直角三角形の楔。

その砥ぎ上げたものは角Cが小さくてよく切れます。

(2) 針、錐も楔の應用として考へしめるべきであります。

頁 節

### 124 126 仕事及び仕事の原理。

#### 教授要項。

(A) 仕事の意義。力又は物體が仕事をなす場合と、物體が力に對して仕事をなす場合とに分ち考察せしめてもよいと思ひます。

- (1) 力が物體に働きその方向にその物體を動かす時は  
→力が物體に仕事をしたといひます。

以上で甲體が力を乙體に働かす時は、甲體が乙體に仕事をしたといつても差支ありません。

- (2) 物體が或る力に抗して力の方向と反對の方向に動いた時は  
→物體が力に抗して仕事をしたといひます。

(諸例) 物體の落下	重力の物體になす仕事。
水車の廻轉	水力が水車になす仕事。
火花の打上げ	上昇體が重力に對してする仕事。

(B) 仕事の量。仕事の量は作用した力の大きさとその力の作用してをる間に力の方向に動いた距離との相乗積で表はします。

$$W = F \cdot S$$

(C) 仕事の原理。機械は力又は距離の何れか一方を利すればそれに反比例して他を損し、その積である仕事を利することを得ないものであります。之が仕事の原理であります。

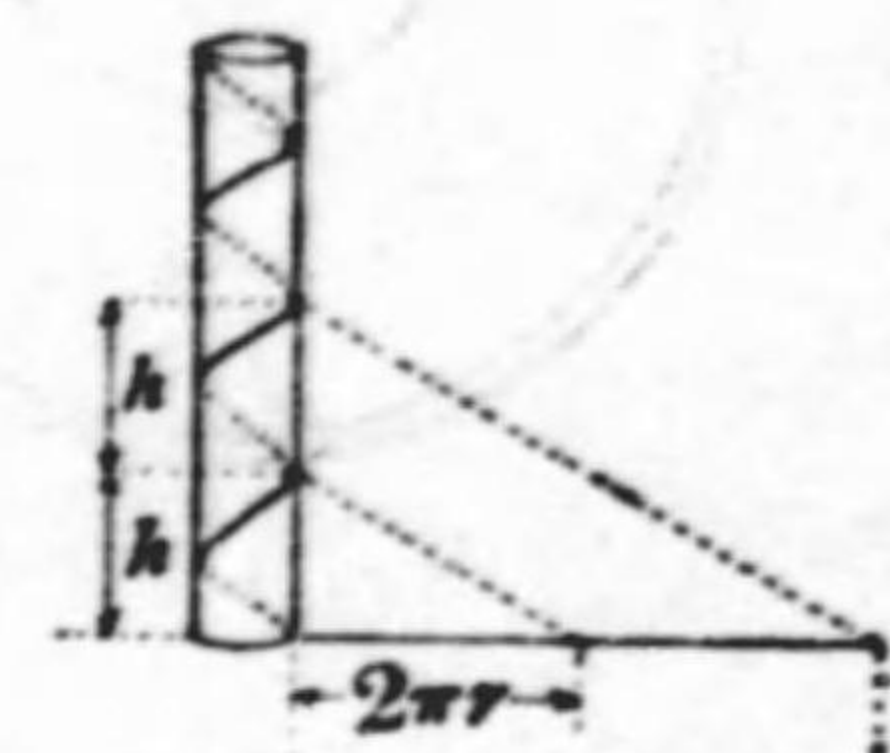
(D) 器械の本質。器械は仕事を一方から他方へ傳達するもので仕事を創生することは不可能であります。

### 頁 節 125 127 ネヂ。

#### 教授要項。

(A) ネヂの構造。雄ネヂ(棒ネヂ)→圓柱の外面に直角三角形の楔を螺旋狀に捲きつけたやうな形。

圖253を利用。右圖のやうに説明を向ける。山と歩みのことを説話すること。



雌ネヂ(壺ネヂ)→圓筒の内面に螺旋狀の溝を刻んだ形狀。

(B) ネヂの作用。前進、後退。多くは時計の針の廻轉方向に廻すと入り込み、之に反すると後退するものであります。稀には左螺旋といひ廻轉方向が全く反對のものもあります。

(C) ネヂの應用。教科書の挿圖、及び下圖を利用して廣範圍の應用方面を知らしめます。

螺旋壓搾器

押上用ジャツク

押し用螺子

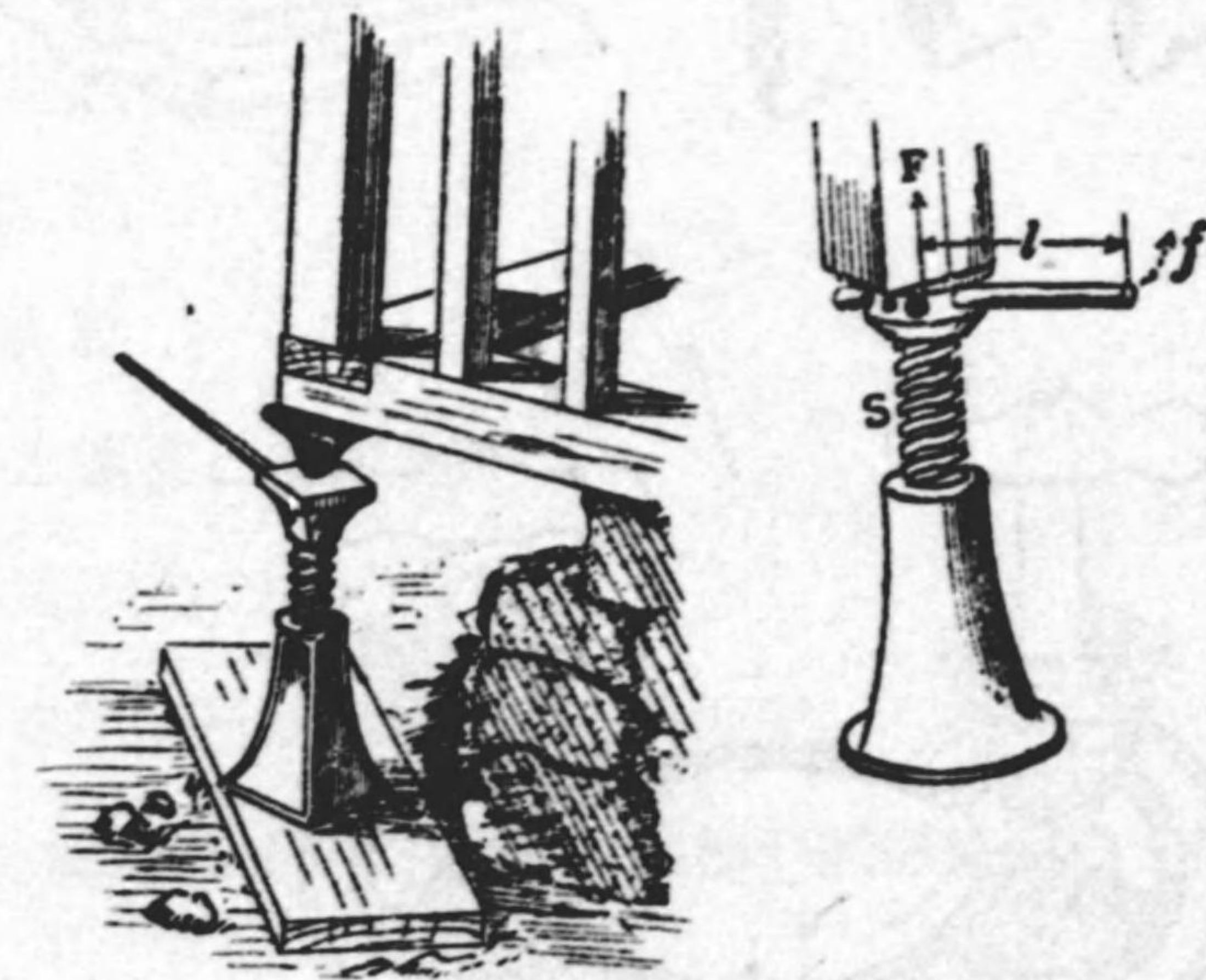
固定用螺旋

マイクロメーター(長さの

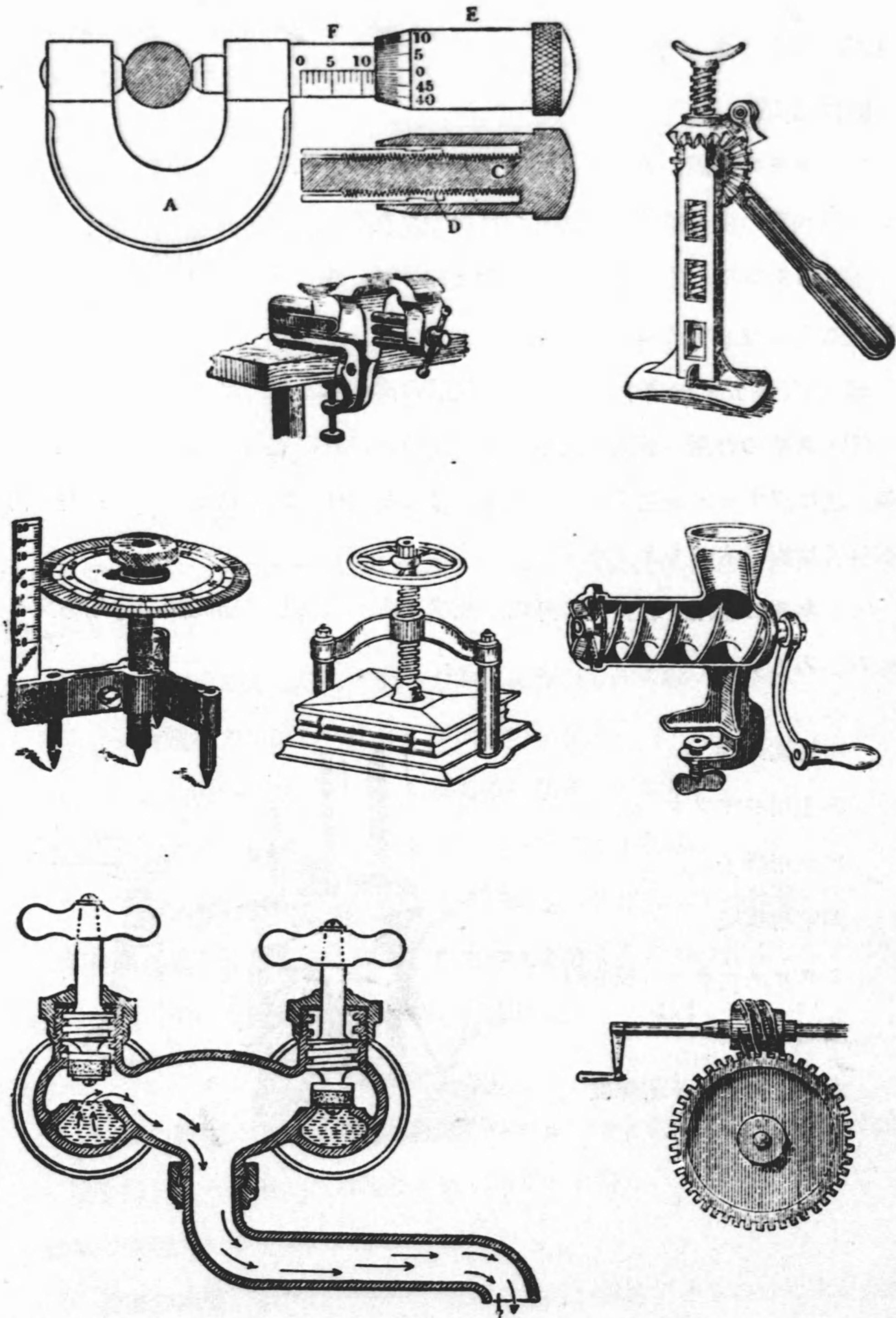
測定用)

大重量物體上下用螺旋

簀込螺旋







### 第三章 運動

頁 節  
126 128 速度。

#### (I) 教授要項。

(A) 前編との連絡。緒論では速さ及びその単位について学習せしめたのでありますから、本編ではそれを出発点として、それに方向を加へた速度につき知らしめ、その大きさのみを表はすには速さと同一単位を用ふことを以て連絡をとり、大きさに方向を加へた一種の方向量即ちベクトルであることを平易に知らしめます。

方向量とか、ベクトルとかいふ術語は用ひず方向で+と-を考へねばならぬ量といふ如く導きます。

#### (B) 速度を基礎として見た各種運動の區別。

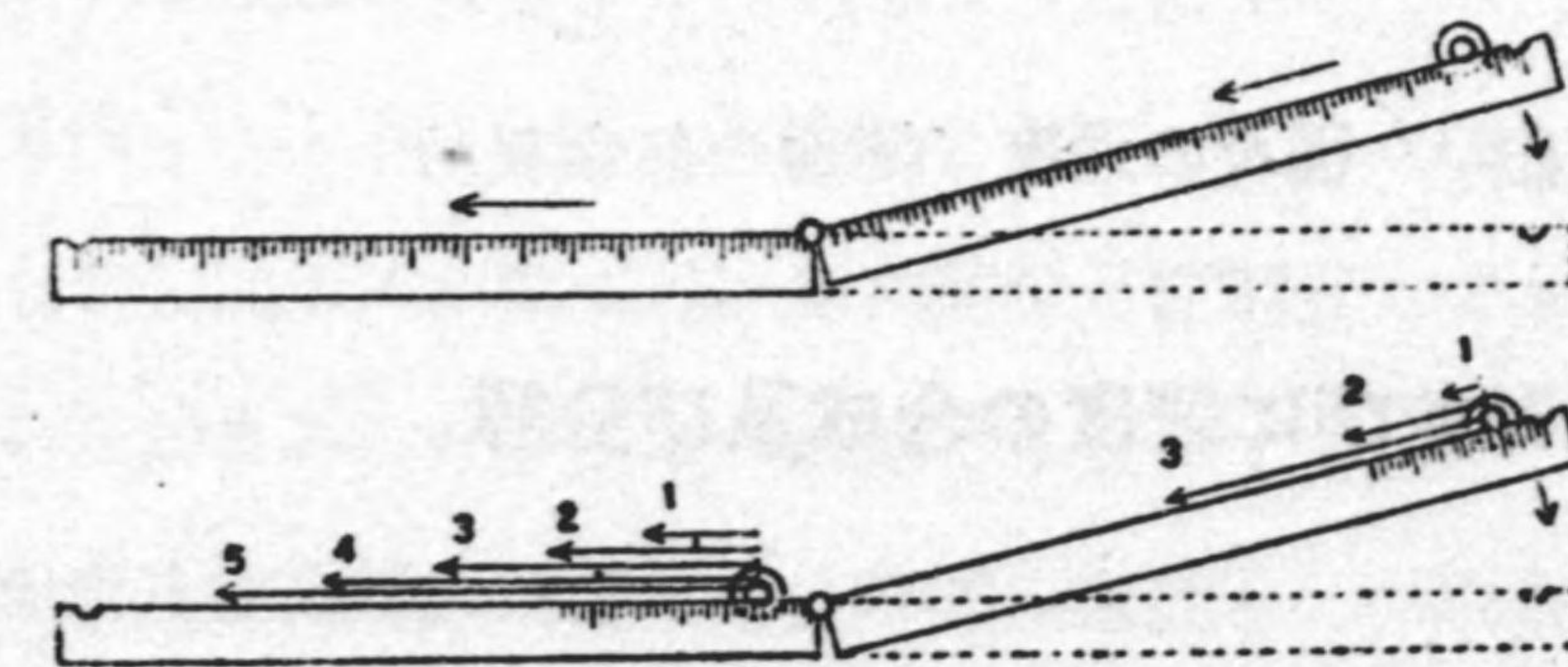
速さから	{	等速運動
		不等速運動
方向から	{	直線運動
		曲線運動

#### (C) 一定時間に通過せし距離と速度との關係。

$$S = Vt \quad V = \frac{S}{t} \quad \text{等速運動では } V \text{ が速度。}$$

不等速度運動では  $V$  は平均速度。

實驗。次圖の如き大島式運動試験器を利用するとこの種の關係は面白く出





來ます。

本器はメトロノームに合わせて使用するもので、不等速度の場合にはメトロノームの音と共に落下を開始し、各音の度毎に落下しつつある輪の軸の位置に白墨で印をつけます。

後でその距離を測り通過距離を求めます。

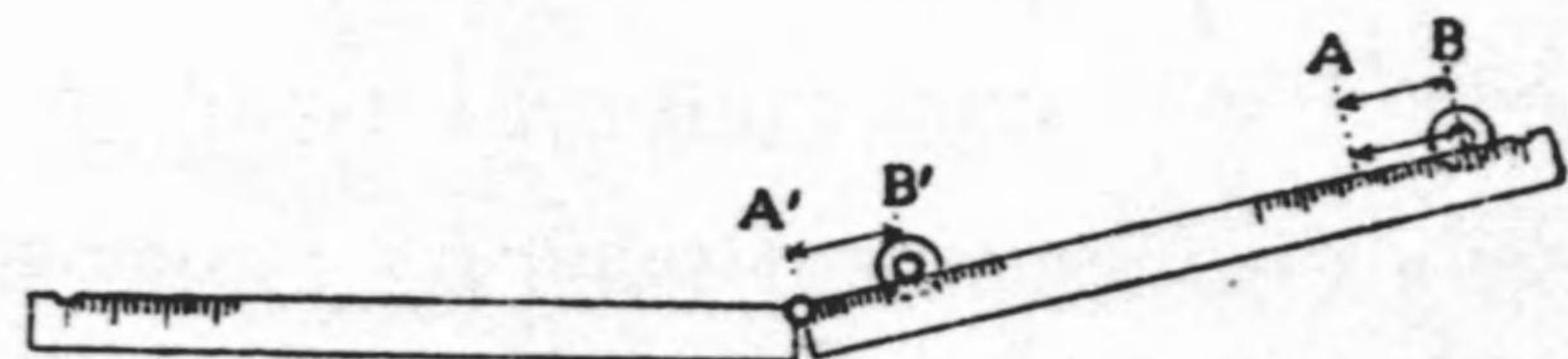
又等速運動の場合は軌道の水平部に達した後の車輪の運動につき同様に  
行ひます。

(II) 取捨事項。

不等速度運動に於ける速度の意義とその實驗的の求め方。

(意義)	}	その瞬間の運行状態を單位時間その儘繼續するきと通過すべき距離.....速さ
		その瞬間の運動方向.....方向

(實驗的の求め方)大島式運動實驗器に於て自然に落下する時の  $t$  秒後の瞬間的速度を求めるとは先づ之を  $t$  秒間自然落下せしめ、その間の通過距離  $AB$  を測り、 $A'$  點よりそれに等しく  $A'B'$  をとり、その  $B'$  點より自然に落下せしめると  $t$  秒後には輪は  $A'$  點に來り、同時にそれまでに得た速度で等速運動を始めますから、その單位時間内に通過する距離を求めると要求するものが得られます。



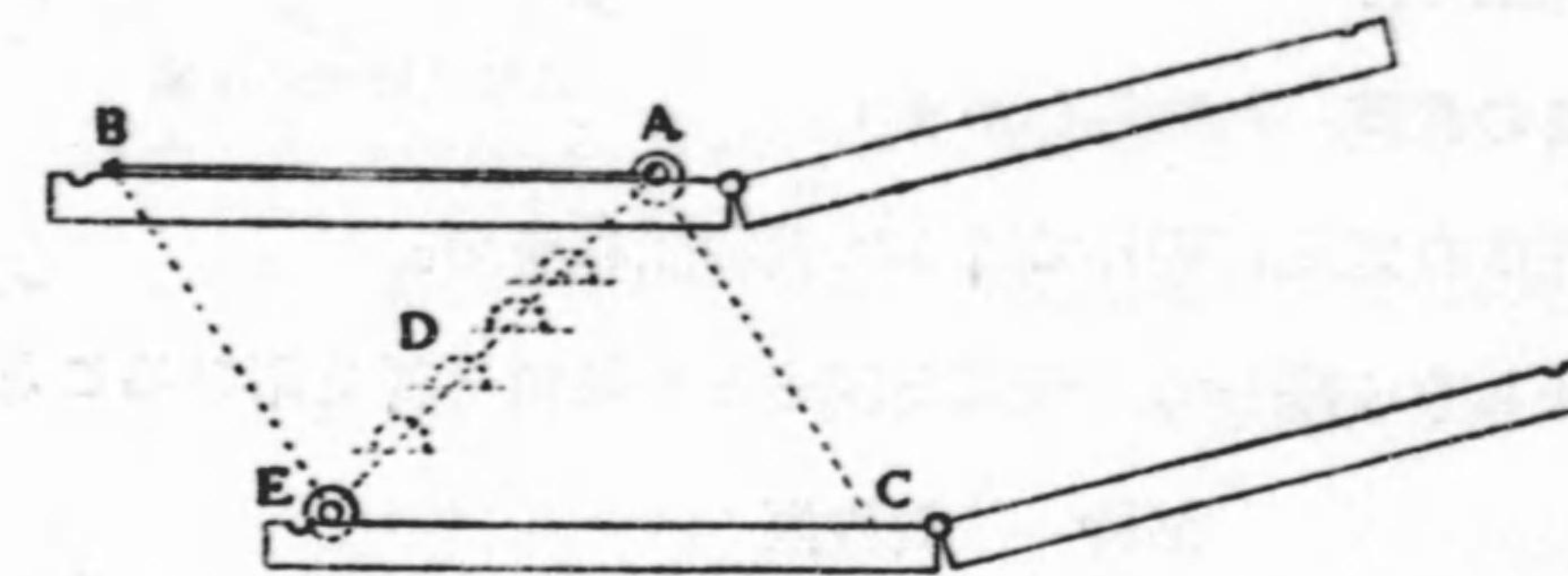
(III) 参考資料。種々の速度 (緒論の部参照。)

頁 節

127 129 運動並びに速度の合成及び分解。

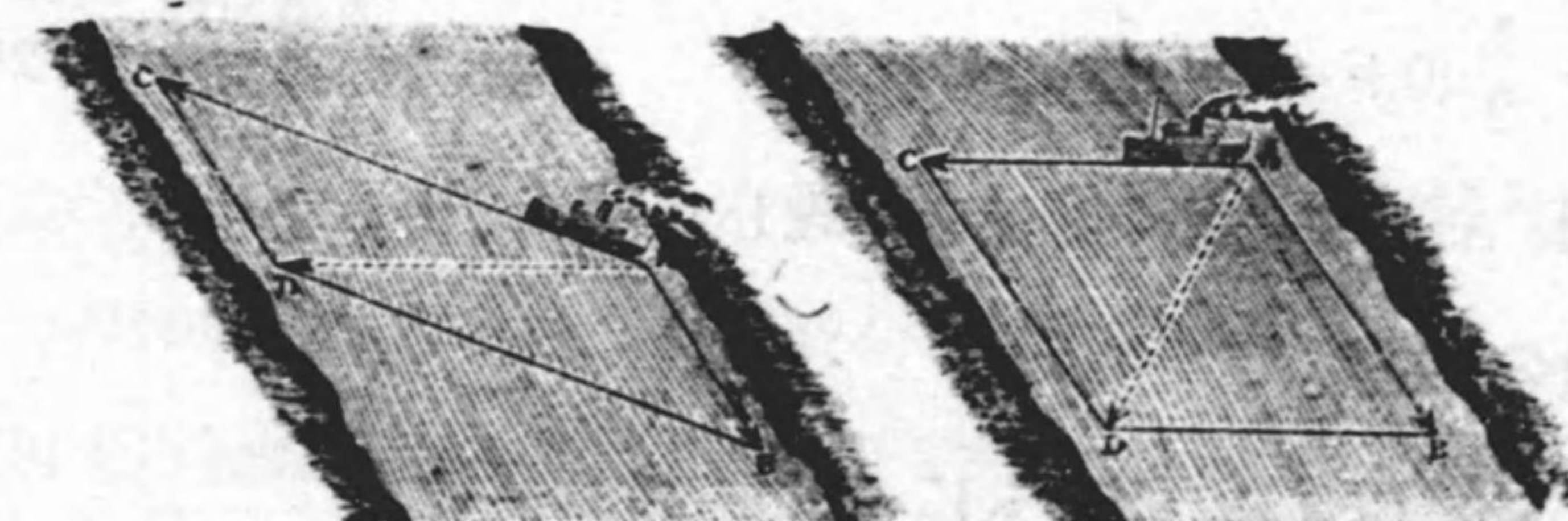
教授要項。

(A) 合運動の實驗。大島式運動實驗器に於て、轉下せる車輪が水平軌道に達せし時、その軌道を  $AC$  の方向に動かし始め、車輪の種々の位置を下方の板面に白墨で印しつつその  $E$  に達した時軌道の運動を止めます。



さうすると軌道の下板に對する運動は  $AC$  で、車輪の軌道に對する運動は  $AB$ 、而して車輪の下板に對する運動は  $AB, AC$  を二邊とする平行四邊形の對角線  $AE$  に沿うて行はれた事が判明します。

(B) 教科書の舟の運動と對照。之には次の如き實例を用ひるも亦面白いと思ひます。



(C) 合運動、分運動の定義。之には何處までも運動の合成なる意義を有たせ、「甲の乙に對する運動と、乙の丙に對する運動との合運動と見るべき一運動は甲の丙に對する運動となる」やうに導くこと。

この定義を兎角「 $AB, AC$  と同一効果を生ずる一運動  $AD$  をこの二運動の合運動といふ」如く簡單にかたづけ、折角變位と區別立てて來た運動に對する觀念を蹂躪してしまふことがあるのは返へす返へすも遺憾であります。

(D) 速度の合成及び分解。速度も單位時間の運動として取扱ひますと無理



なく方がつきます。

頁 節  
128 130 加速度。

(I) 教授要項。

(A) 加速変の意義。を知らしめます。

- (1) 加速度の定義に関しては128頁の記載事項。
- (2) 表はし方に関しては時間と速度との単位を併せ用ひること。

毎秒 幾秒極  
秒 々 極

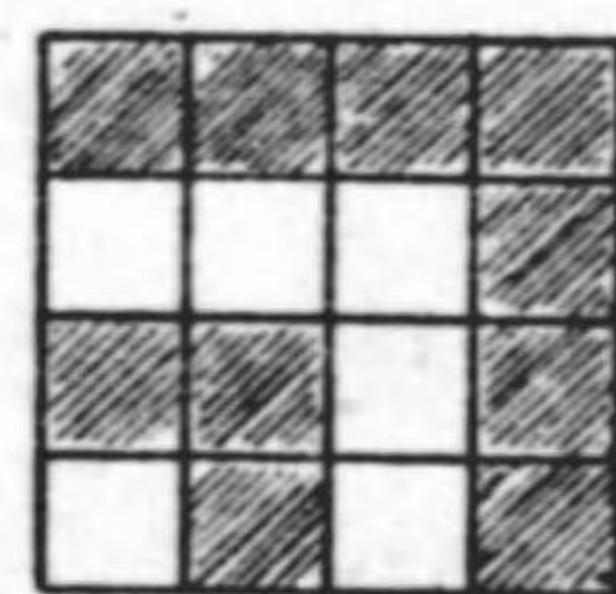
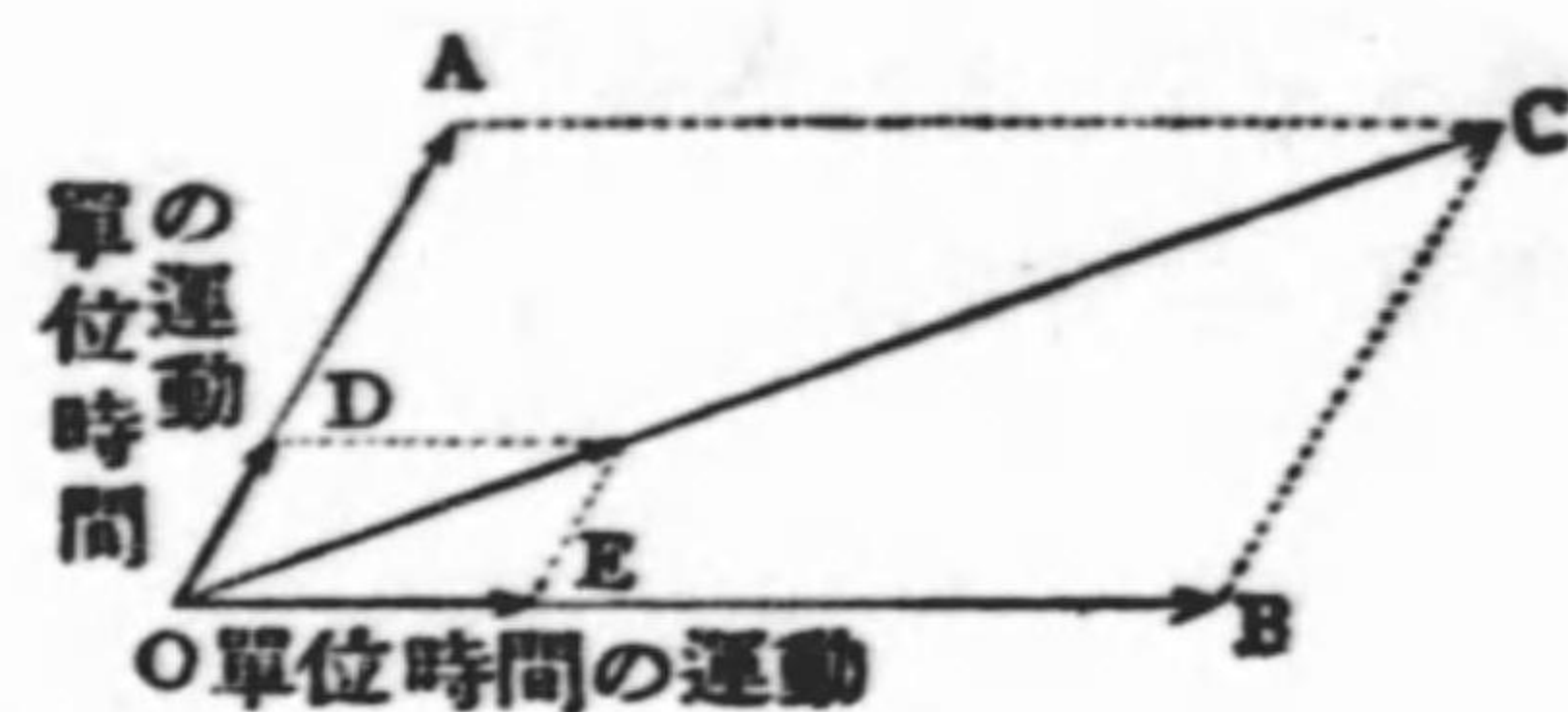
(3) 時間と加速度と速度との関係。

静止より發出する等加速度直線運動

$$a = \frac{V}{t} \quad V = at$$

同上に於ける通過距離

$$S = \frac{1}{2}(0+at)t = \frac{1}{2}at^2$$



速度	0	1	2	3	4
各秒間		1	3	5	7
通過距離		1 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	3 <sup>2</sup>	4 <sup>2</sup>

(B) 整理圖。右圖は是等の關係を整理したものであります。

(II) 問題の取扱。

128頁 問  $V_0 + 12 \times 12 = 140$   $V_0 = 140 - 144 = -4$

反對の方向に4秒極の速度であつた筈。

頁 節  
128 131 等加速度運動。

(I) 教授要項。

(A) 前節(1)の(B)の實驗から  $a = \frac{V}{t}$   $V = at$  を導く、又

(A) の  $a = \frac{V-V_0}{t}$   $V = V_0 + at$  の  $V_0 = 0$  として同様に導く。

(B) 等加速度運動の意義及び例證。(落體, 上向下向共に)

(C)  $S = \frac{1}{2}(0+at)t$   $S = \frac{1}{2}at^2$  を導き出し通過距離が時間の自乗に正比例することを解く。

上の實驗の結果を吟味して見るのも面白いと思ひます。大島式實驗器を用ひるとこの關係がよく出來ます。

(D)  $V^2 = 2as$  を  $V = at$  と  $S = \frac{1}{2}at^2$  から出すこと。

(注意事項) 本節は後章落體の場合にその儘適用して各公式を出すべき多くの基本式を含んでるのでありますから、こゝで徹底せしめて置くと後で容易になります。

(II) 問題の取扱。

129頁 問  $55 = 5 + 10a$   $a = \frac{55-5}{10} = 5$

頁 節  
130 132 運動の定律。

(I) 教授に對する豫案。

(聯關的の教材に對してはその教授に臨むに統一的の豫案が必要であります。)

物體が力の作用を受けない場合の考察として第一定律に臨み、

物體が力の作用を受ける場合の考察として第二定律に向ひ、

力を作用する物體とその作用を受ける物體との相互的關係の考察として第三定律を處理します。

(II) 教授要項。

(A) 第一定律 に関しては教科書11頁の慣性の復習として取扱ひ上記豫案の如き立場から定律を確立します。

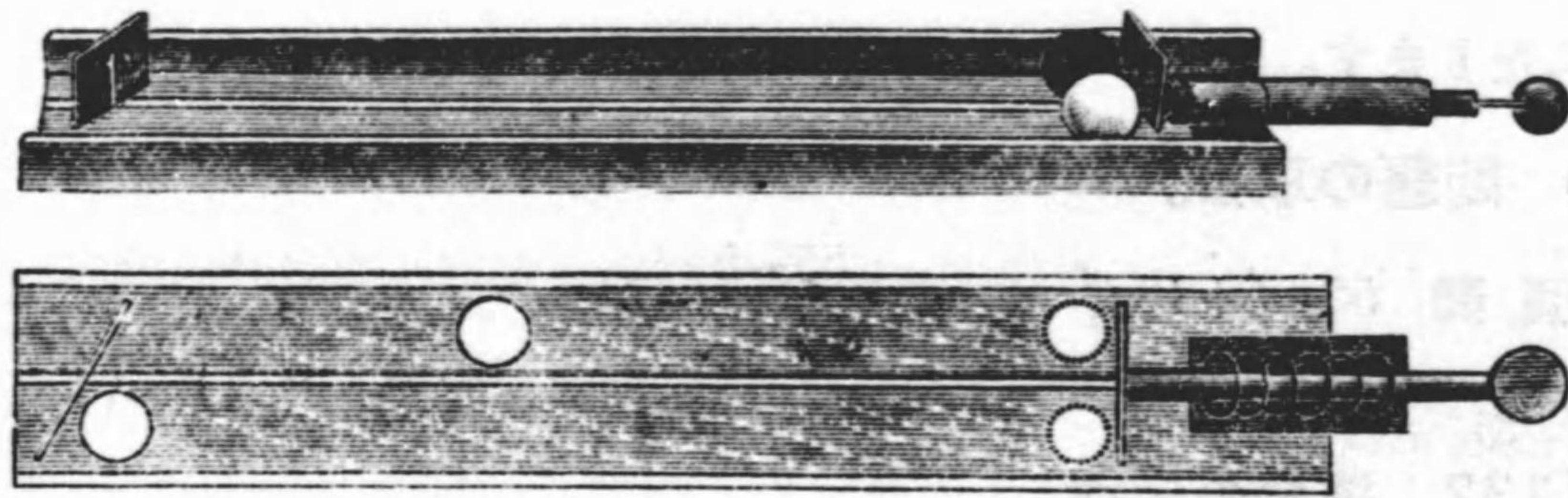
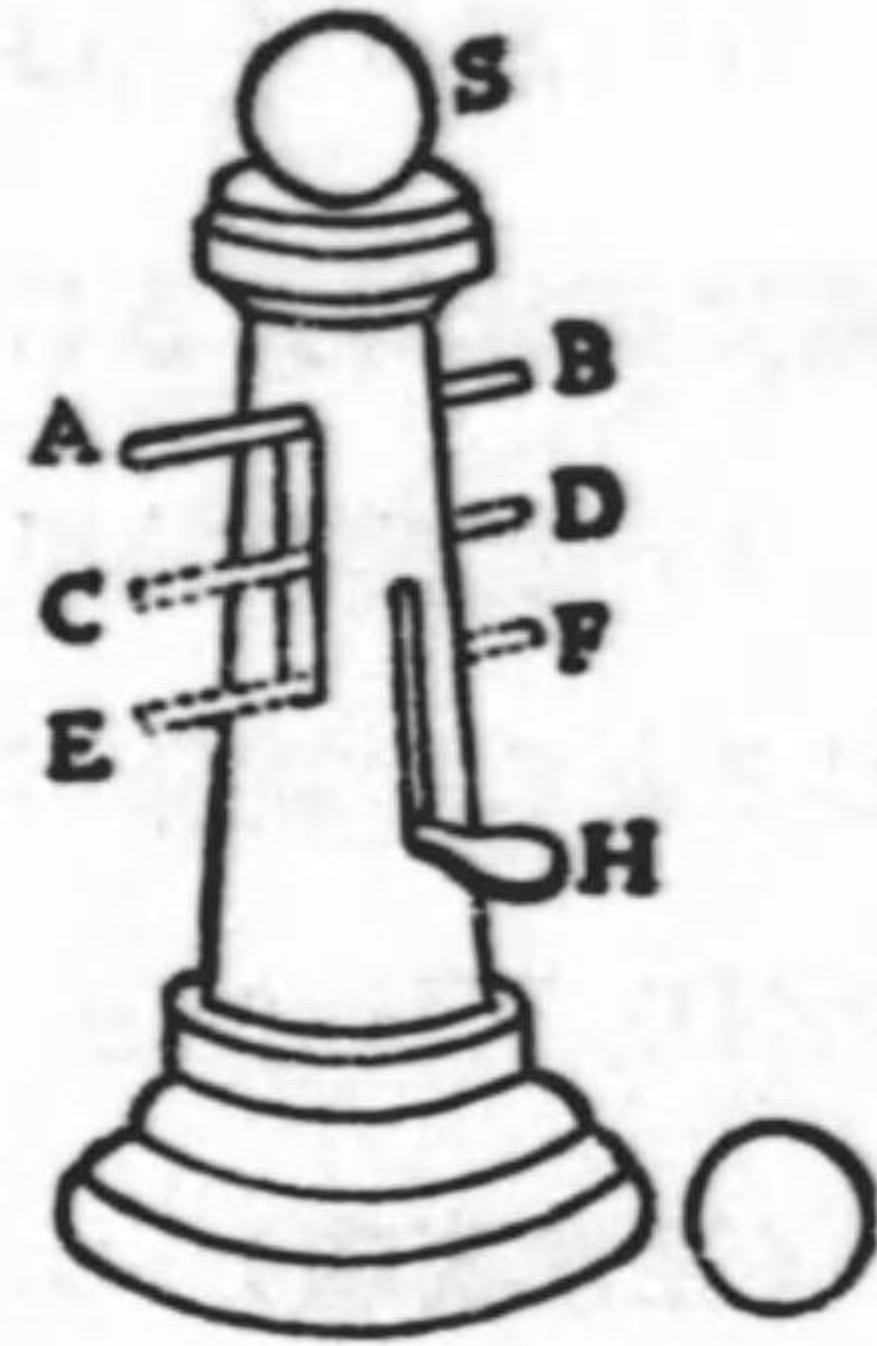
(B) 第二定律に關する實驗。同一物體の得る速度が力に正比例する關係は次圖に示す力の實驗用彈器に於て EF を AB の位置まで下げて H を押した場合との球の得る初速を定性的に檢します。

本器に於ては EF を多く引き下げる程、バネの彈力が強くかゝり、球 S を



強く打ち上げるやうになります。

又同一の力が作用する時に物體の得る加速度がその質量に反比例する關係は、運動三大法則實驗器(下圖)で上方の圖の如く鉛球と木球とを併べそれに等しい力を彈發板で加へしめると、木球が速く飛び進み、鉛球が遅れるやうになつて、目的の次第が認められます。



(C) 第二定律から考察すべき加速度に関する卑近な例。

$$\text{第二定律 } a \propto \frac{f}{M}$$

$$f = KMa$$

- (1) 竹刀は重い鐵棒よりも動かし易い。
- (2) 肥えた人は通例その舉動が敏活でない。
- (3) 落下する物體の速さは時間と共に急に増す。

(D) 力の單位の整理、絕對單位。1グラムの物體に作用して毎秒1秒程づつ速度を増す力を1ダインといふことを知らしめます。

之は1グラムの重さの力(1グラム重)の $\frac{1}{980}$ であること、即ち約1庭なることを附加します。

1庭の物體に毎秒10秒米の加速度を與へる力を1メガダインといひます。

$$1 \text{ メガダイン} = 1000000 \text{ ダイン}$$

(E) 添加資料。

(1) 壓力の單位。1平方糎に1メガダインの力を及ぼす壓力を1パールといひます。

(2) 參考資料。大正十三年五月十五日勅令第百十七號を以て一部改正せられた度量衡法施行細則には以上の諸單位のことが法令で次の如く定められてをります。

(第一條の三) 度量衡法第四條の規定により計量の單位を定むること次の如し。

(i) 力の單位はメガダインとす。メガダインは1キログラムの質量の物體に働く時1秒につき毎秒10メートルの速度の増加を與ふる力をいふ。

力の單位には重量キログラムを用ふることを得、1重量キログラムは之を0.98メガダインとす。

(ii) 壓力の單位はパールとす。パールはメガダインの力を1平方センチメートルの面積に受くる壓力をいふ。

壓力の單位には平方センチメートルにつき重量キログラムを用ふる事を得。1平方糎につき1重量キログラムは之を0.98パールとす。パールは之を氣壓と稱することを得。

(F) 第三定律

6頁8節の學習事項を基礎として作用と反作用とを相互作用と見せしめ乍ら第三定律を説きます。

頁 節  
132 133 重力の加速度。

(I) 教授要項。

(A) 實驗。教科書にある真空中落體の實驗を空氣の存在する場合と排除した場合とにつき行ひます。

(B) 以上の理由の考察。



(1) 空気の抵抗に及びます。

(2) 運動の第二定律に照合して真空中では金片も羽毛と同時に落下する理由を明かにします。

(C) **ガリレイとピザの斜塔に関する史實**。「空實二大鉄球を落し同時に地面に達することを示した」を實驗に直面せる如く説話すること。

(D) **重力の加速度の大きさ**。之は所で多少異なるが我が國では大約980秒々極なる事に及びます。

(E) **1グラムの重さ=980ダイン**。重力は物體に980秒々極の加速度を與へますから、その大きさは絶対單位によると質量1グラムの物體に對して980ダインとなり質量 $m$ グラムの物體に對して $980m$ ダインとなる譯であります。

依つて1グラム重なる重力單位を絶対單位に換算しますと980ダインとなります。

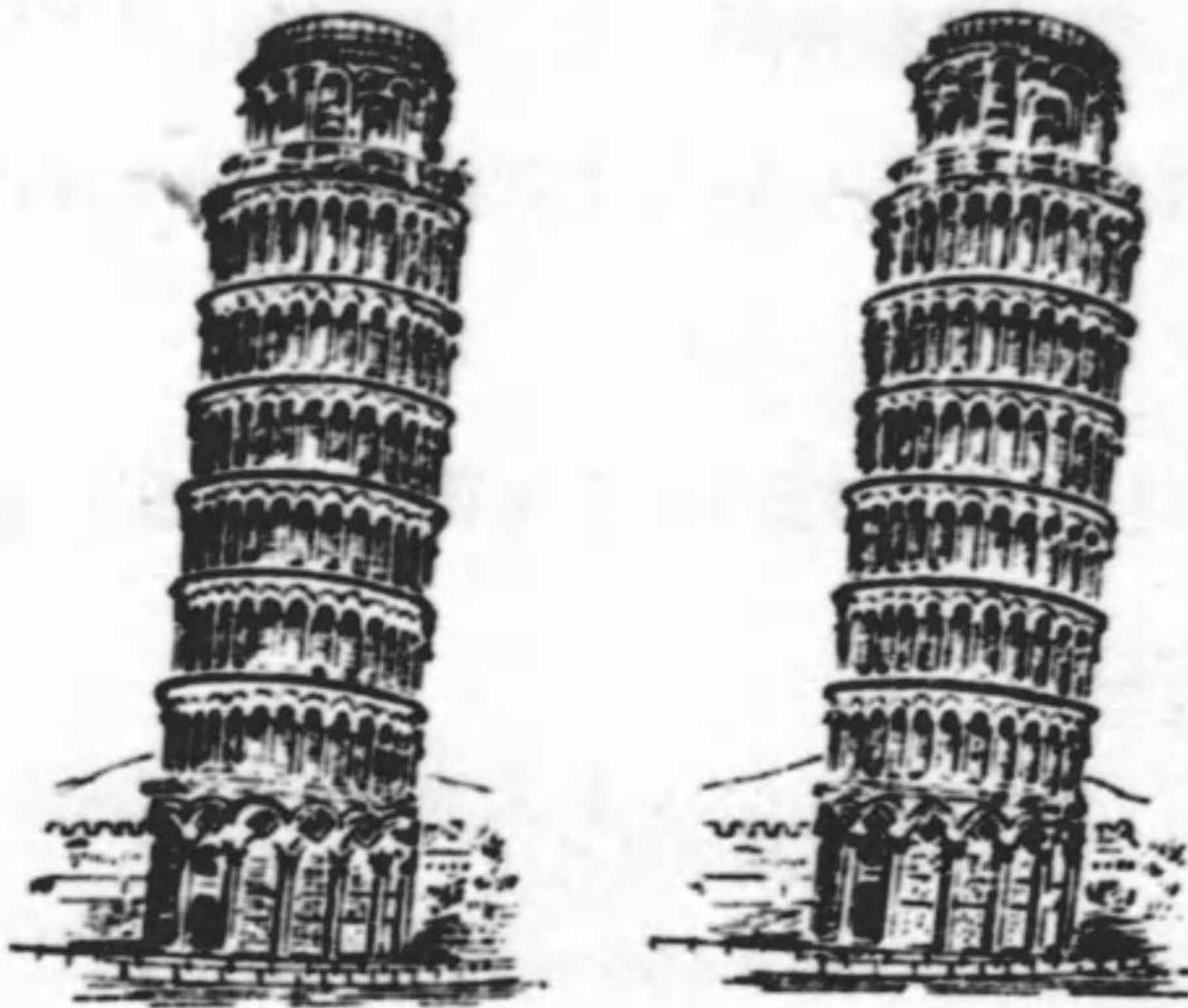
この980を $g$ で示します關係から重力單位での $m$ グラム重は $mg$ ダインに相當します。

以上を $W=mg$ で統括します。

## (II) ガリレイの人物と其の偉業。

ガリレオ・ガリレイ (Galileo Galilei) (1564—1642) 實驗科學の創始者として有名なるガリレイは、1564年2月5日伊太利のピザに生れた。父は氏を醫家たらしめんとして1581年ピザ大學に入らしめたが、幾何學、物理學の研究に熱中してその方に學を轉じ該方面で急速の進歩を見た。

1583年 その地の斜塔内に上より吊り下げてあつた大燈籠の動搖を注視してその振動が等時性をなしてをることを發見した。



1588年には固體の重心に関する研究を發表して現代のアルキメデスなる讚辭を受け、翌1589年ピザ大學の教授となつた。その在職は僅々二箇年であつたが、實驗的に物理學の基礎を確立し、運動の第一法則と第二法則とが獨立的結果を齎すことを闡明した。

又斜塔上から空實二鉄球を落して有名なる落體の實驗を行ひ、外抵抗の等しい時には物體はその質量の影響を受けず同様な速さで落下するものなることを示した。

1592年 他學者と相容れざる點よりパヂユア大學に轉じ18年間その職を續けた。全歐の學者はその卓見を仰慕してこゝに集ひその數二千人を超過したので同大學の大講堂をその講義室に充てたといふ。

17世紀に入つてからは天文學の研究にその勢力を傾注し、1609年凹レンズを對眼レンズとする望遠鏡を組立て、翌1610年にはそれで木星を觀測し、その周圍を廻轉する四個の衛星（現在は九個あることが知られてをる）を發見した。次いで金星の盈虧する狀況をも探究し、1611年には太陽の黒點をも發見した。

斯に氏の説は聖書と相容れざることとなり、法王より異端者と見做されて、1616年2月その説を公にすることを禁ぜらるゝに至つた。

然るに1623年彗星に関する論文を發表して世の賞讚を博するや、法王ウルバン八世は氏をローマに招致して侍臣數人にその講義を聞かしめ、且つ大いに優遇した。依つて氏は自説の許容さるべき豫想し、喜んで筆を執り、その五十年間の大研究を「トレミー並にコペルニクス説についての問答」として發表(1632年)し、全歐の諸學者の賞讚を受けた。

後、寒暖計び振子應用の時計等を發明したが、1636年不幸にして明を失し、研究の自由を缺くに至つた。然し天文學、物理學の攻究に専心し、且つ子弟の教養につとめ、臨終までヴィヴィアニ、トリセリー等の高弟を指導した。



フロレンスなるガリレイ記念館には氏の最後の教養として有名なる衝突の理についてトリセリーを指導しつゝある扁額が掲げられてあるといひます。

頁 節  
132 134 落體の運動。

(I) 教授要項。

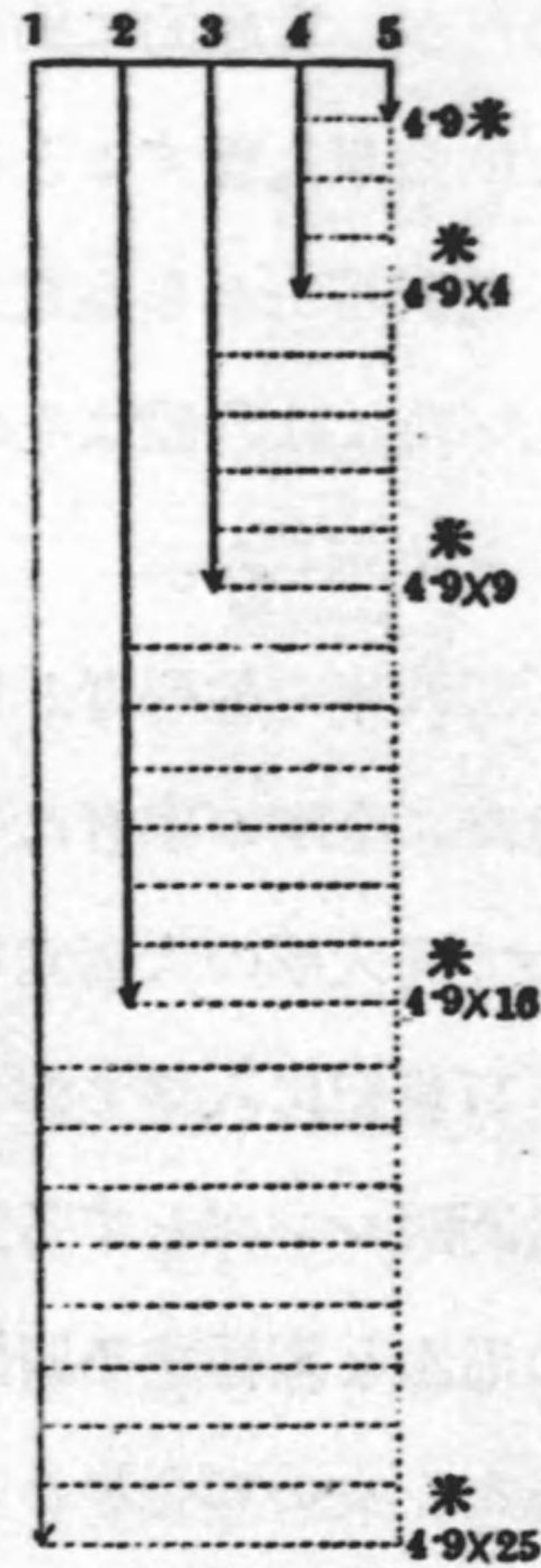
(A) 本節で取扱ふ範圍即ち落體の意義 を示します。

自然落下

抛下(直下の場合)

抛上(直上の場合)

斜の方向のものは次節で取扱ひます。



(B) 自然落下に於ける速度時間、通過距離の關係。是等は本章の等加速度運動の公式に關し  $V, S, t$  をその儘として、

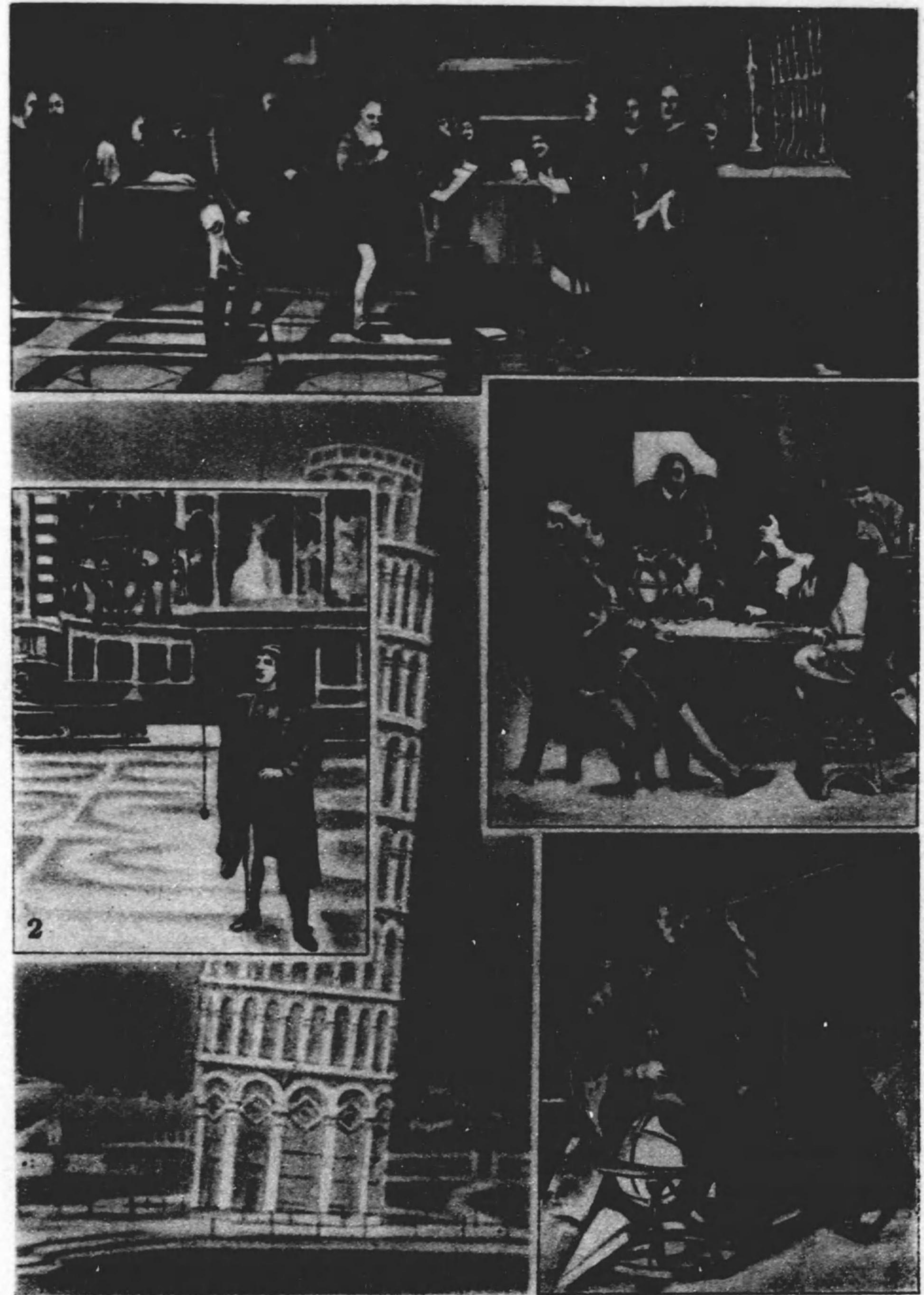
その  $a$  に代へるに重力による加速度  $g$  を以てすればよいことになります。

その内時間的に見た落體の通過距離の比較 に関しては上圖右を利用して、又は上圖左の如き實驗により比較すると認識を容易にさせることが出来ます。

之を定量的實驗により立證するには、先づ次圖の如き棒振子を振動させてその  $\frac{1}{4}$  週期を測り置き、更に次のやうにすれば出来ます。

電磁石  $M, M'$  を利用して  $M$  に鐵球  $A, M'$  に棒振子を吸引せしめて置き、急に電磁石への輪道を開いて電磁石の作用を停止させます。

そうすると棒振子の振動と鐵球  $A$  の落下とが同時に起りますから鐵球の棒振子を打つ位置は  $A$  が棒振子の  $\frac{1}{4}$  週期間に落下した位置に當り、この點を  $B$  としますと  $AB$  は  $\frac{1}{4}$  週期間の落下距離に當ります。



實驗科學の創始者ガリレイ  
(1) 宗教裁判を受けつゝあるガリレイ (2) ピザの斜塔内で振子の等時性を發見せる光景(19歳) (3) トリセリー、ピピアーニ等の高弟に衝突の原理を説きつゝある盲目のガリレイ (4) 望遠鏡により天體の觀測をなしたつゝある場面



フローレンなるガリレイ記念館には氏の最後の教養として有名なる衝突の理についてトリセリーを指導しつゝある扁額が掲げられてあるといひます。

頁 節  
132 134 落體の運動。

(I) 教授要項。

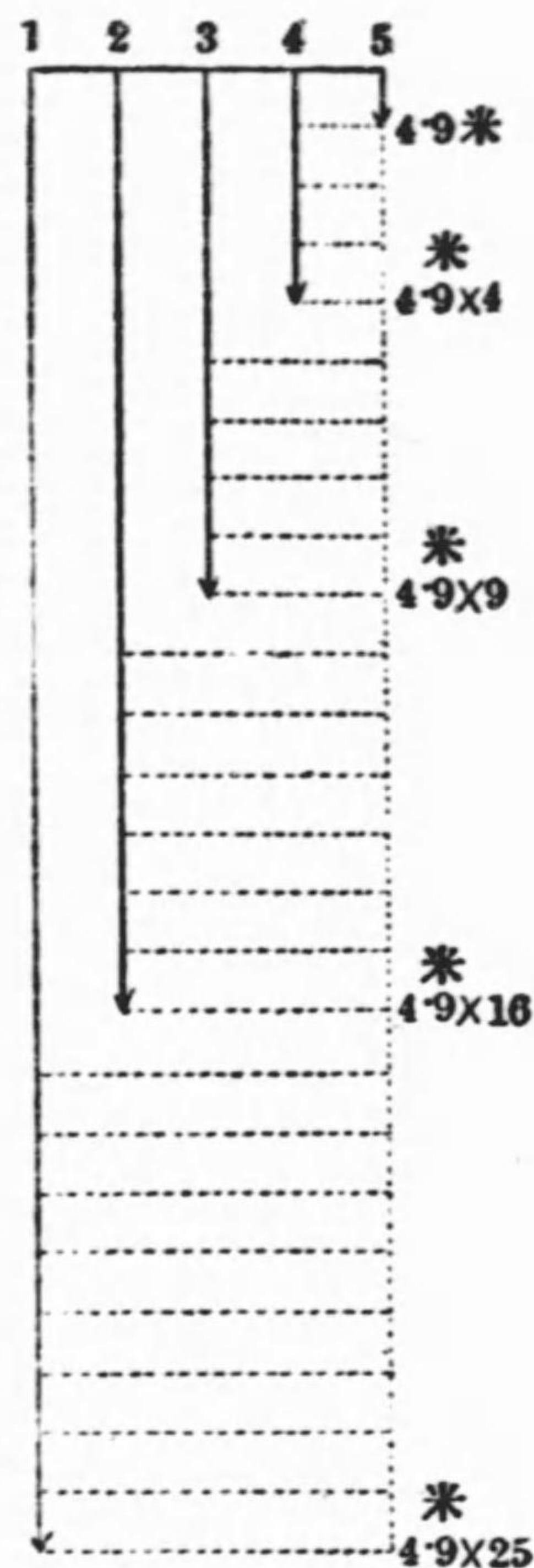
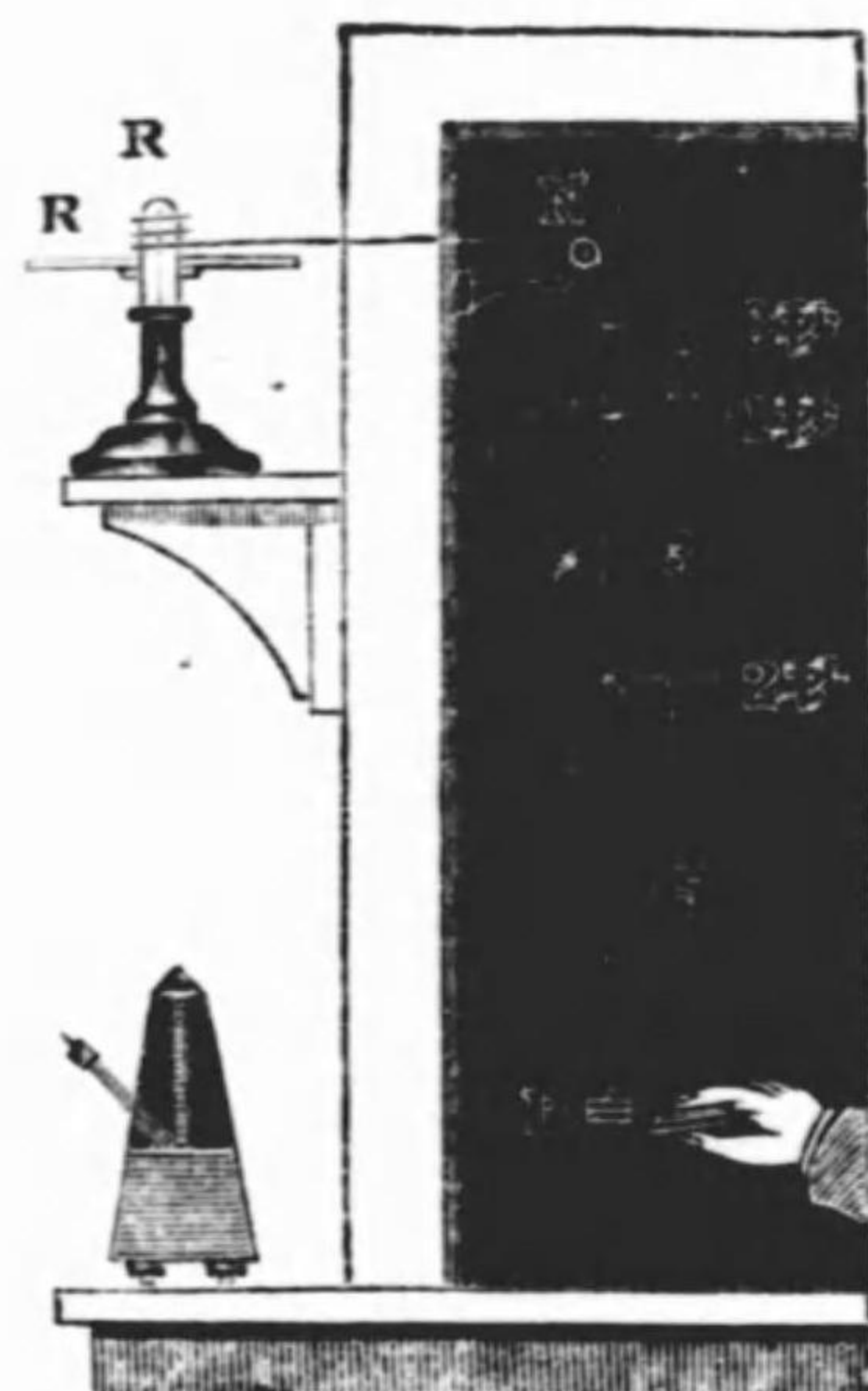
(A) 本節で取扱ふ範圍即ち落體の意義 を示します。

自然落下

抛下(直下の場合)

抛上(直上の場合)

斜の方向のものは次節で取扱ひます。



(B) 自然落下に於ける速度時間、通過距離の關係。是等は本章の等加速度運動の公式に關し  $V, S, t$  をその儘として、

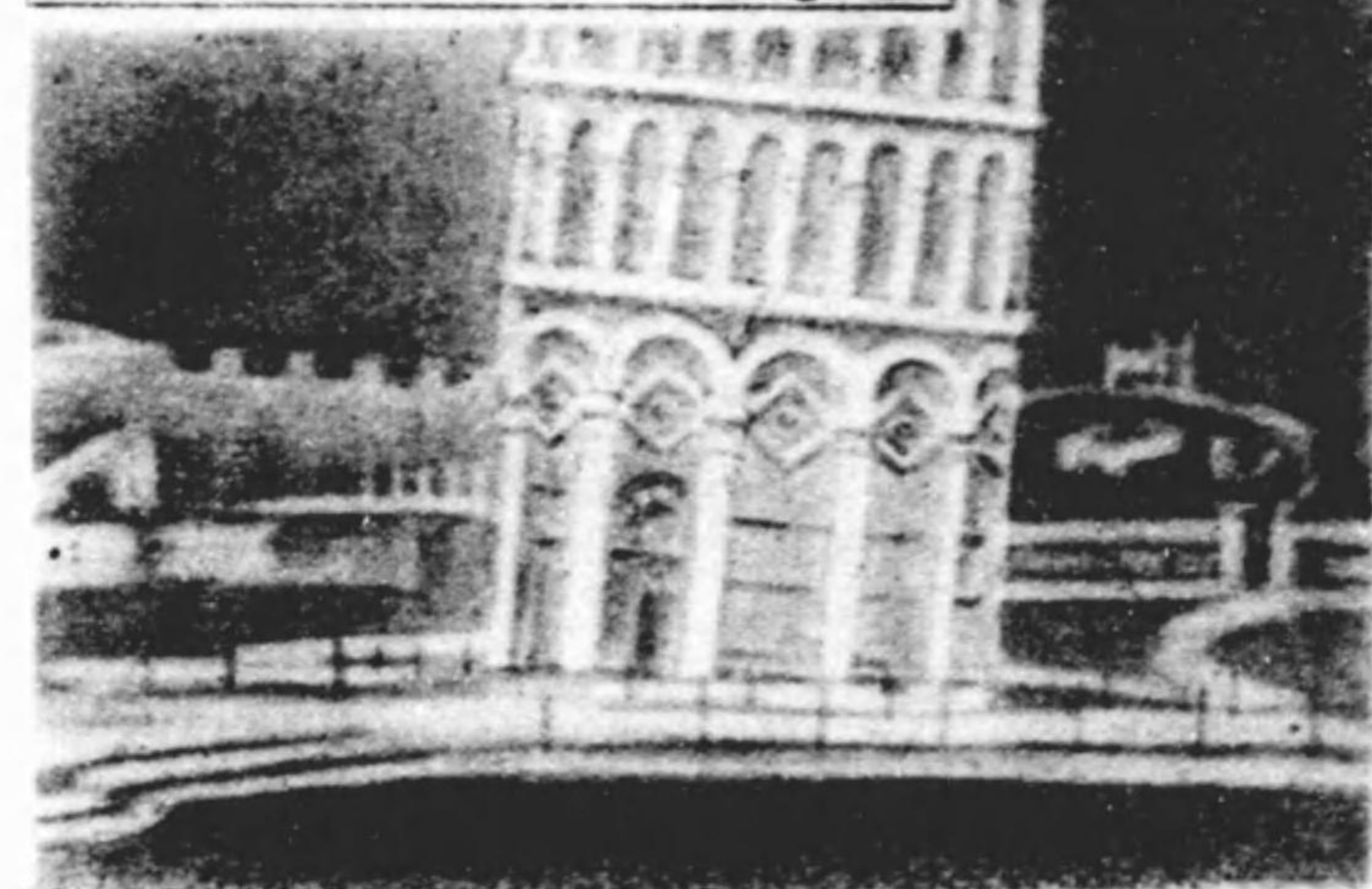
その  $a$  に代へるに重力による加速度  $g$  を以てすればよいこととなります。

その内時間的に見た落體の通過距離の比較 に関しては上圖右を利用して、又は上圖左の如き實驗により比較すると認識を容易にさすことが出来ます。

之を定量的實驗により立證するには、先づ次圖の如き棒振子を振動させてその  $\frac{1}{4}$  週期を測り置き、更に次のやうにすれば出来ます。

電磁石  $M, M'$  を利用して  $M$  に鐵球  $A, M'$  に棒振子を吸引せしめて置き、急に電磁石への輪道を開いて電磁石の作用を停止させます。

そうすると棒振子の振動と鐵球  $A$  の落下とが同時に起りますから鐵球の棒振子を打つ位置は  $A$  が棒振子の  $\frac{1}{4}$  週期間に落下した位置に當り、この點を  $B$  としますと  $AB$  は  $\frac{1}{4}$  週期間の落下距離に當ります。



實驗科學の創始者ガリレイ

(1) 宗教裁判を受けつゝあるガリレイ (2) ピザの斜塔内で振子の等時性を發見せる光景(19歳) (3) トリセリー、ピピアニ等の高弟に衝突の原理を説きつゝある盲目のガリレイ (4) 望遠鏡により天體の觀測をなしつゝある場面



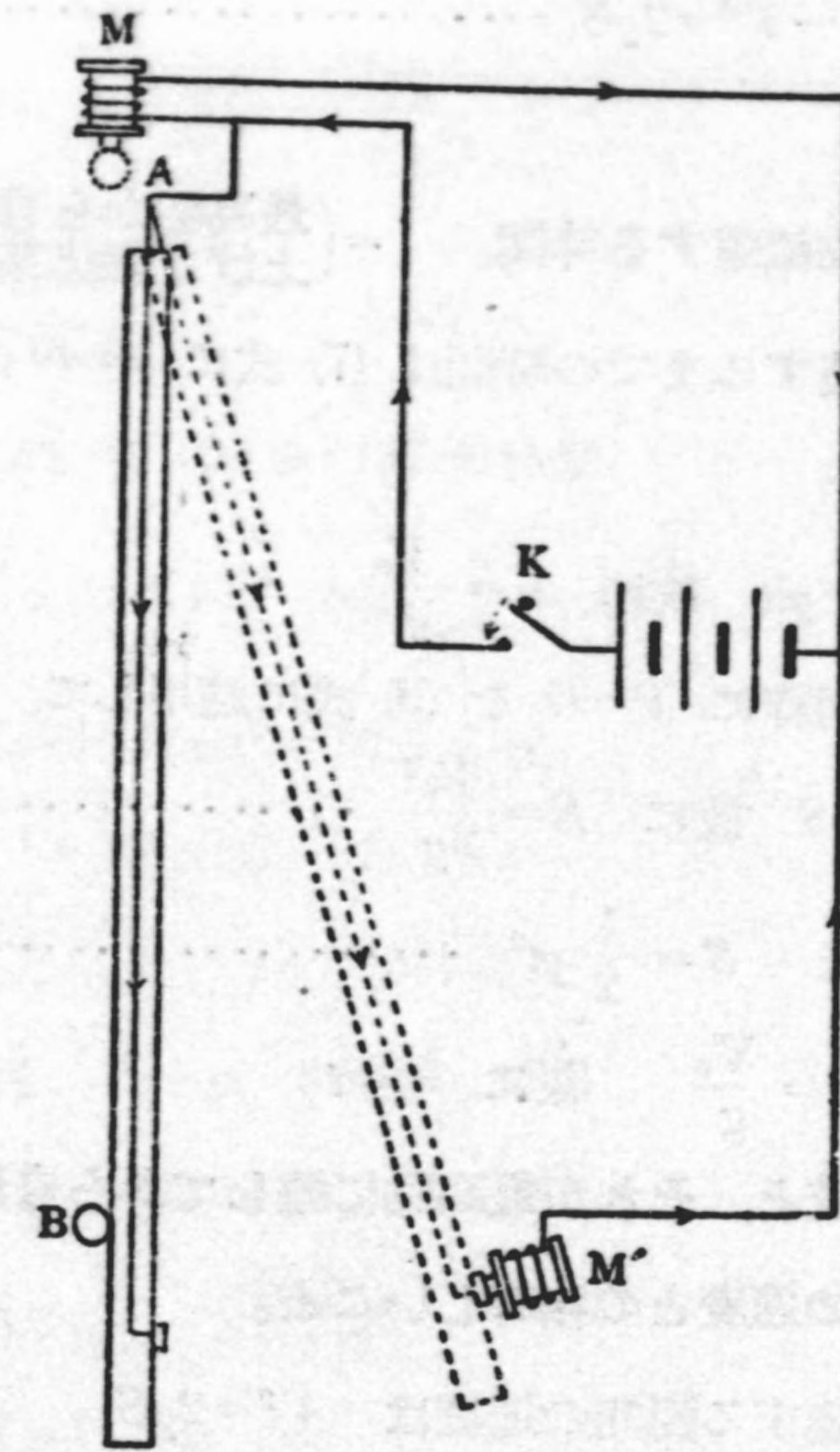


Galileo Galilei (1564←→1642)

(実験科学の創始者 ガリレオ・ガリレイ)



之で  $AB=S=\frac{1}{2}at^2$  が十分に立證出来ます。



(C) 抛下の場合の関係式。自然落下のものに初速度  $V_0$  を加へて第四式、初速度で等速度運動をする時  $t$  秒間に通過すべき距離  $V_0t$  を加へて第五式を得ます。

$$V = V_0 + gt \dots\dots\dots(4)$$

$$S = V_0t + \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots(5)$$

(4)と(5)とから  $t$  を消去して第六式を得。

$$V^2 = V_0^2 + 2gS \dots\dots\dots(6)$$

(D) 抛上の場合の関係式。以上の式に於て  $g$  を含む項を負数とすること。

$$V = V_0 - gt \dots\dots\dots(7)$$

$$S = V_0t - \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots(8)$$



$$V^2 = V_0^2 - 2gS$$

$$\therefore V_0^2 - V^2 = 2gS \dots\dots\dots(9)$$

(II) 取捨事項。

(A) 抛上體が最高點に達する時間。 = (最高點から自然落ちて抛上げた點迄落下する時間)

抛上の際最高點に達するまでの時間は (7) 式に  $V=0$  に適用すると得られる。

$$0 = V_0 - gt_1 \quad \text{故に} \quad t_1 = \frac{V_0}{g}$$

又最高點の高さは同様に  $V=0$  を (9) 式に適用して

$$V_0^2 = 2gS \quad \text{故に} \quad S = \frac{V_0^2}{2g} \dots\dots\dots(10)$$

$$S \text{ を逆に落下すると } S = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots(11)$$

$$(10) \text{ と } (11) \text{ とから } t = \frac{V_0}{g} \quad \text{故に} \quad t_1 = t$$

(B) 抛上時の初速度と、それが最高點に達してから自然落ちて抛上した初めの點に達した瞬間の速度との相等しいこと。

自然落下で地面に達する瞬間の速度は  $V^2 = 2gS$

$V_0$  で抛上したものがその最高點  $S$  に達する場合には

$$V_0^2 = 2gS$$

この  $S$  は昇る時と同一路筋の逆行だから相等しい譯で

$$V_0^2 = V^2$$

故に  $V_0 = V$

(III) 問題の取扱。

134頁 問1.  $S = \frac{1}{2}gt^2$

$$S = \frac{1}{2} \times 980 \text{ 呎} \times 2^2 = 1960 \text{ 呎} \quad \text{答} \quad 19.6 \text{ 米}$$

$g=9.8$  秒々米として米單位の習慣をつけて置くと便利な場合が多いやうに思ひます。

同頁 問2.  $2000 = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8t^2$

$$t = \sqrt{\frac{20000}{49}} = \frac{100}{7} \sqrt{2} = 20.2$$

答 {時間 20.2秒  
{速度 197.96秒米

地面に達した時の速度

$$V = 9.8 \text{ 秒米} \times 20.2 = 197.96 \text{ 秒米}$$

同頁 問3.  $\frac{1}{2} \times 9.8(5+t)^2 = 80t + \frac{1}{2} \times 9.8t^2$

$$4.9(25 + 10t + t^2) = 80t + 4.9t^2$$

$$4.9 \times 25 = 31t$$

故に  $t = 3.95$  秒強

答 時間 3.95秒

同頁 問4. 初速  $V_0 = gt = 9.8 \times 4 = 39.2$

$$39.2 \text{ 秒米}$$

上昇せし高さ  $S = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{39.2^2}{2 \times 9.8} =$

$$S = 78.4 \text{ 米}$$

答 {初速 39.2秒米  
{高さ 78.4米

頁 節  
135 135 抛射體。

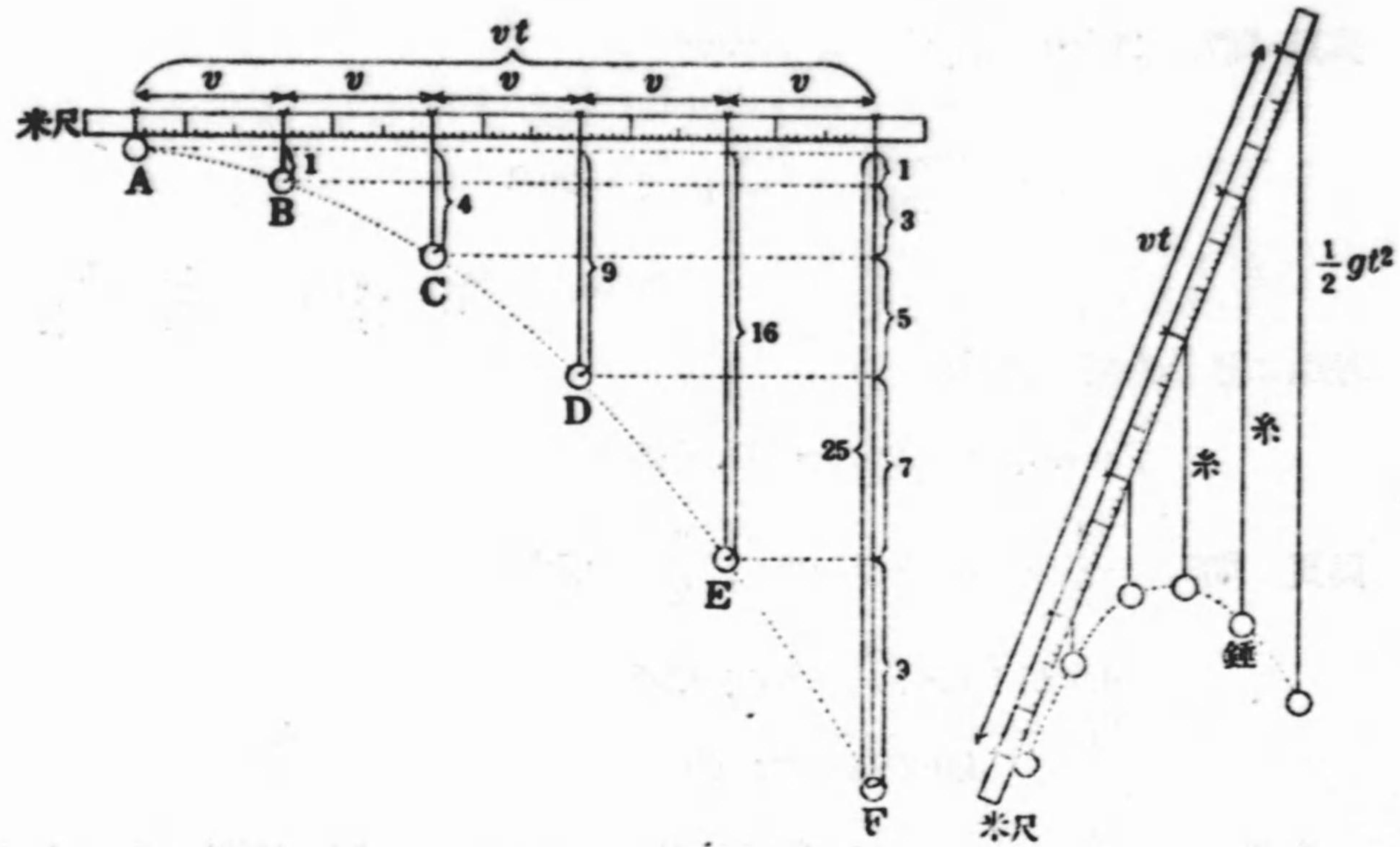
(I) 教授要項。

(A) 抛射體は等速度運動と等加速度運動との合成されたものとの意味に於て本項を取扱ひます。

(B) 對照する實驗。上の意味を率直に示すには次圖の如く米尺に等距離に絲をつけ、0, 1, 4, 9, 16, 25, ……となる如く絲の長さを測つて下端に球をつけたものを用ひますと好都合であります。

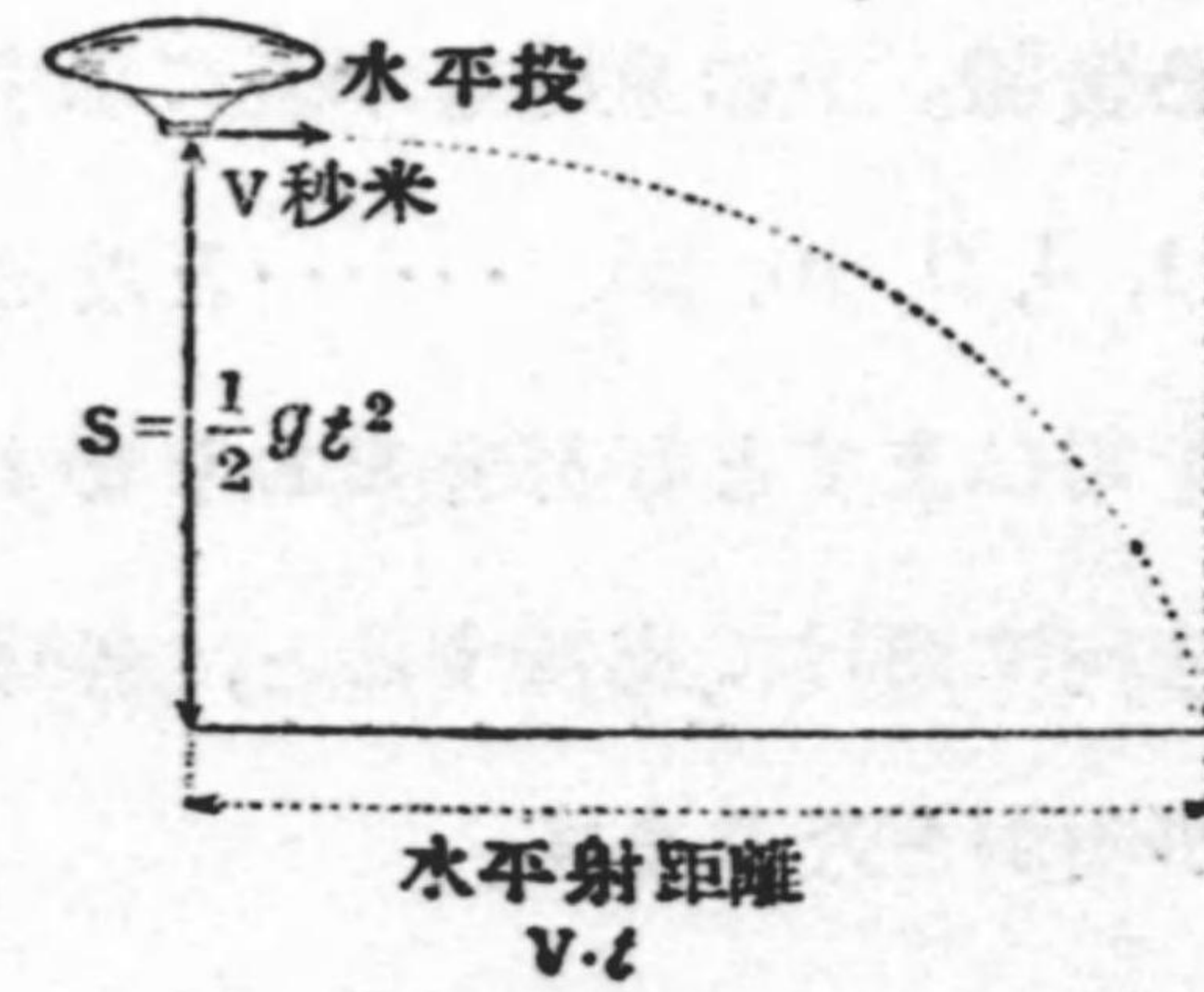
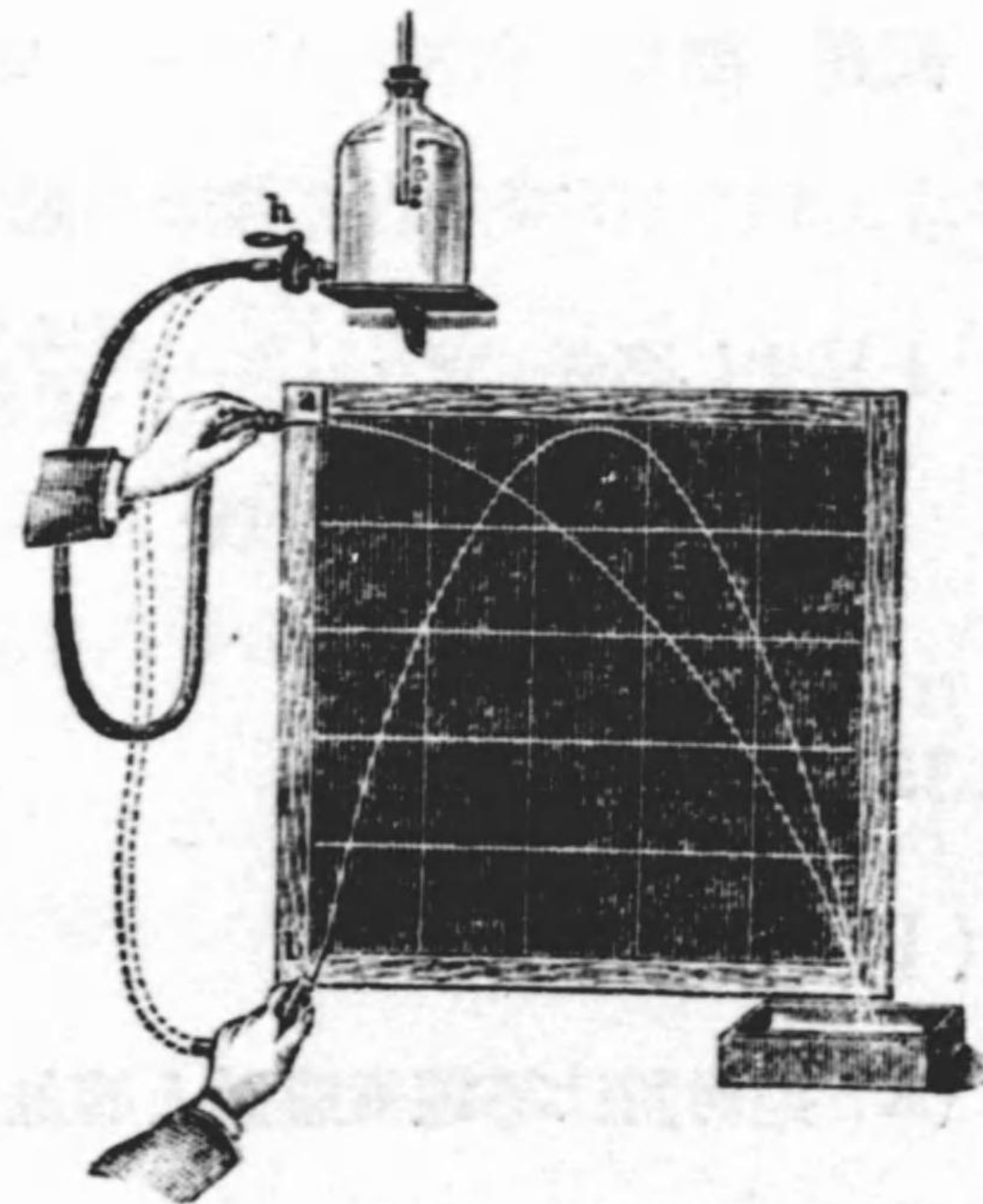
之を種々の方向に傾けて支持すると、各球の位置は種々なる拋物線を示し抛射體の通路が明かとなります。



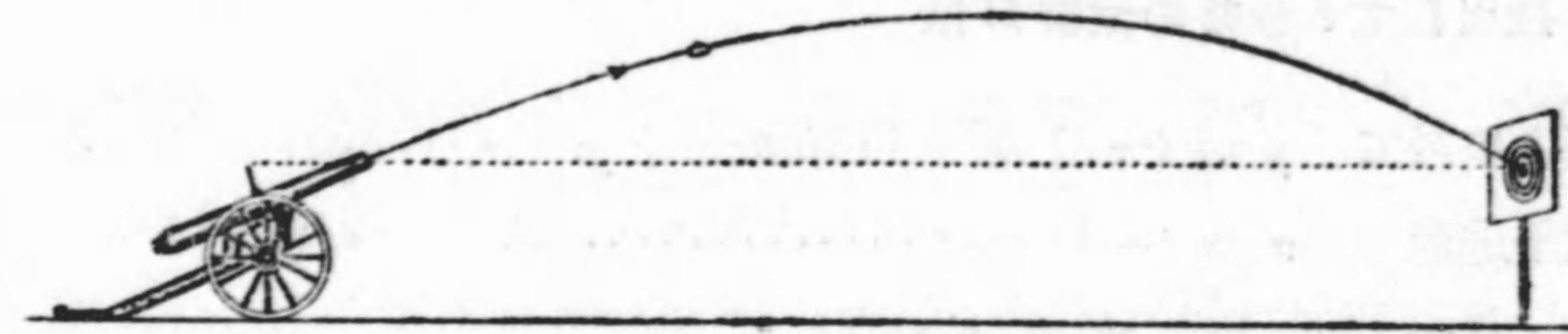


(C) 實驗。右圖の如き装置に於て種々の位置から水を噴出する方向を色々に変化すると各種の拋物線が水流の形で見られます。

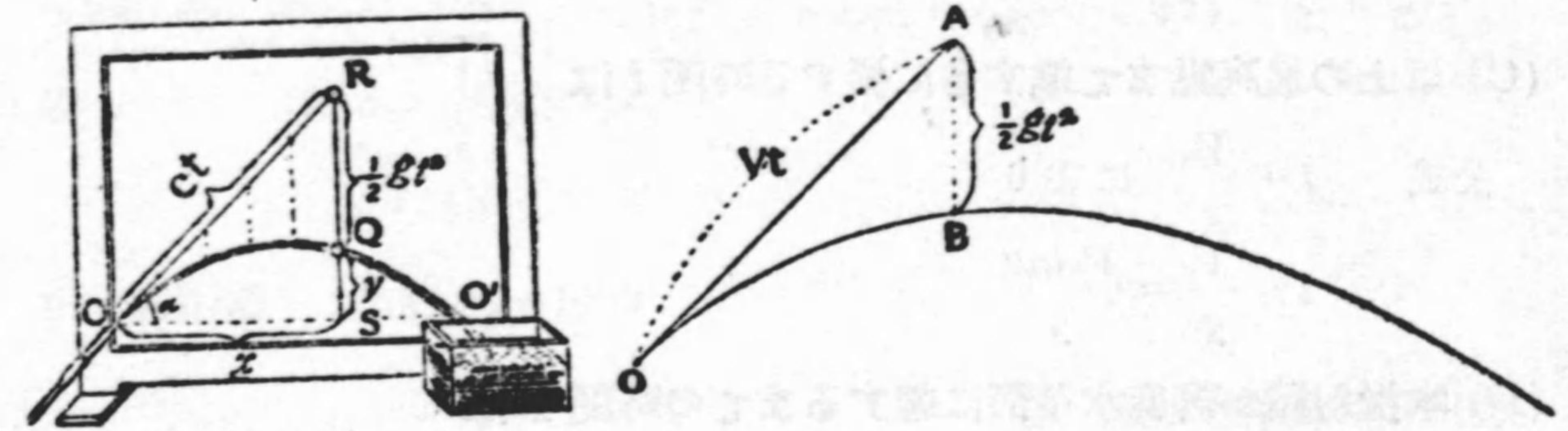
(D) 實際例。次圖の如く飛行船から  $V$  秒米の初速度で水平に投じたものの運動又飛行船からはその儘落した場合でも、飛行船がある方向に運動してをればそれが初速になります) などはよい實例であります。



教科書には砲彈の發射が圖示してありますが、それを事實に即して説明するのには下圖の如き略圖を併用すると有効であると思ひます。



(E) 分解的の考察。教科書の挿繪及び下圖を板書して變位的, 分解的に考察せしめます。



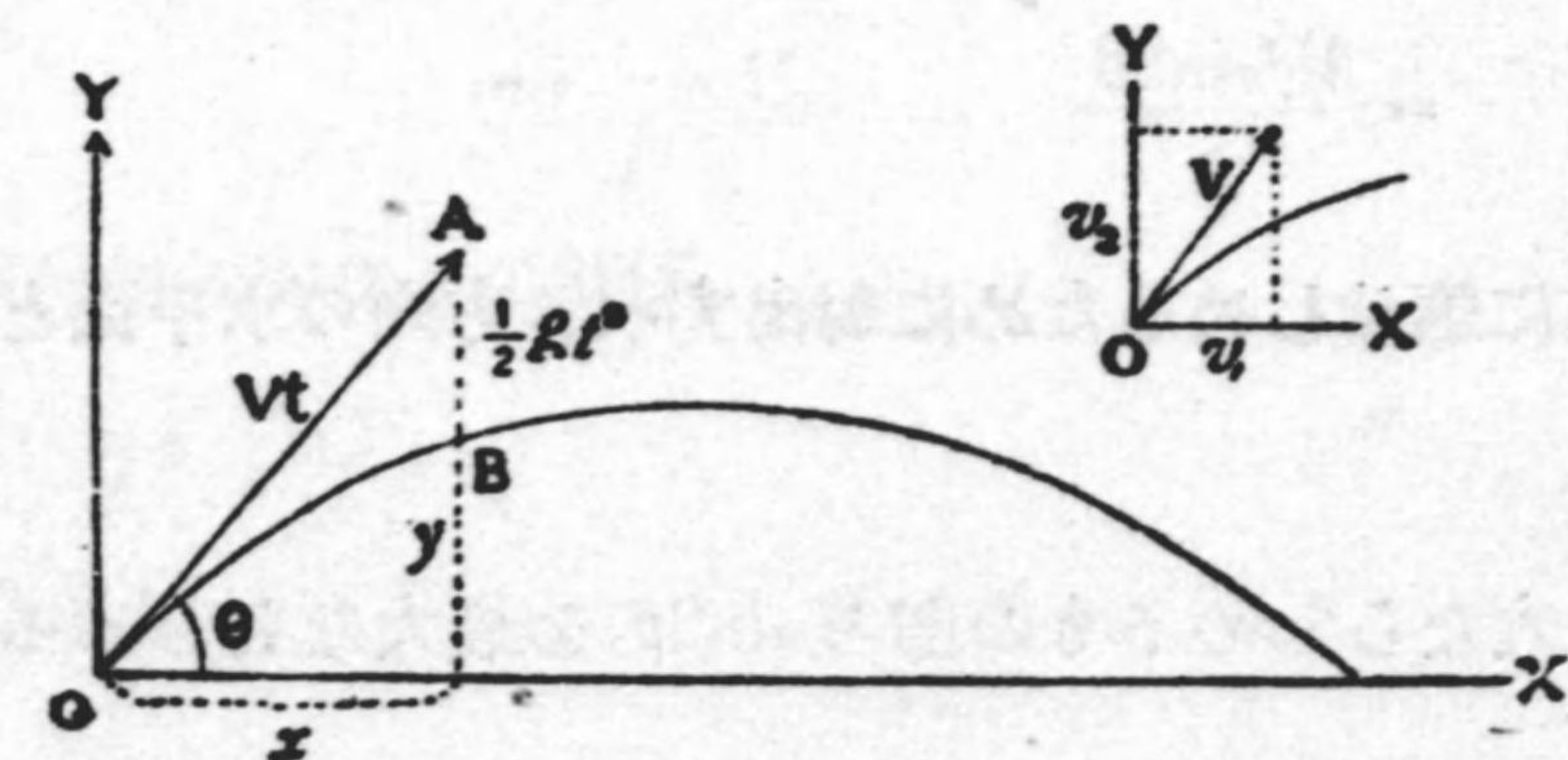
(II) 取捨教材。

三角を少しく加味せしめると、種々の方面に本教材を展開することが出来て、好學心の強い生徒を満足せしめることが出来ます。

例へば初速度  $V$  にて水平面に角  $\theta$  をなして拋射された物を考へ見るに、 $v$  を水平、鉛直の二分速度に分けると

水平  $v_1 = V \cos \theta$

鉛直  $v_2 = V \sin \theta$  となります。





故にこの抛射體は  $v_2$  の初速での抛上體と同様に上進し、同時に  $v_1$  で水平に進むものとも見られます。

(A) 抛出して  $t$  秒後の位置 B は

$$\text{高さに於て } y = vt - \frac{1}{2}gt^2 = Vt \sin\theta - \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots(1)$$

$$\text{水平進程 } x = vt = Vt \cos\theta \dots\dots(2)$$

(B) 水平面上達し得る最高の距離は

$$\text{公式 } S = \frac{V_0^2}{2g} \text{ により}$$

$$h = \frac{V^2 \sin^2\theta}{2g}$$

(C) 以上の最高点まで達するに要する時間  $t$  は

$$\text{公式 } t = \frac{V_0}{g} \text{ により}$$

$$t = \frac{V_2}{g} = \frac{V \sin\theta}{g}$$

(D) 本抛射體が再度水平面に達するまでの時間  $T$  は

$$\text{公式 } S = V_2T - \frac{1}{2}gT^2 = 0 \text{ の場合と見てよく}$$

$$(1) \text{ 式から } VT \sin\theta - \frac{1}{2}gT^2 = 0$$

$$T = \frac{2V \sin\theta}{g} \text{ となります。}$$

即ち最高点に達するまでの時間の2倍になります。

(E) 抛射體の達し得べき距離  $OR$  は

$$\text{公式 } S = VT \text{ により}$$

$$S = V_1T = V \cos\theta \frac{2V \sin\theta}{g} = \frac{V^2 \sin 2\theta}{g}$$

(F) 最大距離に達せしめるために射出すべき方向の水平面となすべき角度  $\theta$  は

上式の  $S$  を最大ならしめるもの即ち  $\sin 2\theta$  を最大ならしめるものでなけれ

ばなりません。

$\sin$  の最大値は  $90^\circ$  にありますから

$$2\theta = 90^\circ \text{ 故に } \theta = 45^\circ$$

(注意事項) 是は空氣の抵抗其の他を考へてではありませから、それを入れた實際のものは多少異なつて來ます。

獨逸の長距離砲の如きは仰角50度の時が最遠距離に達したとの事でありま

(II) 問題の取扱。

135頁 問 時間は 122.5 米を自然落下で落ちる時間に等しくなります。

$$\text{依つて } 122.5 = \frac{1}{2} \times 9.8t^2$$

$$t = 5 \text{ 秒}$$

$$\text{水平射距離 } 200 \times 5 = 1000$$

答 水平射距離 1000 米

頁 節

135 136 運動量、力積。

(I) 教授要項。

(A) 運動體の威力の要素が、その質量と速度によつて定まることを前提して運動量の意義を明かにします。

(B) 加へる力と運動量の變化との關係。

$$\left. \begin{aligned} f &= ma \\ a &= \frac{V - V_0}{t} \end{aligned} \right\} f = m \frac{V - V_0}{t} = \frac{mV - mV_0}{t}$$

(C) 力積と運動量の變化との關係。

$$ft = mV - mV_0$$

(II) 問題の取扱。



136頁 問 鉄丸の質量  $m <$  鉄の質量  $M$

作用 = 反作用

作用のために起る運動量の變化 = 反作用のために起る運動量の變化

$$mv = MV$$

依つて  $\frac{M}{m} = \frac{V}{v}$  その質量に反比例する。

頁 節

137 137 打撃, 衝突。

(I) 教授要項。

(A)  $f = \frac{mV - mV_0}{t}$  に於ける  $f$  と  $t$  との関係を考察する。

$t$  が極小の時  $mV - mV_0$  が相當に大であれば  $f$  は極大となる。

例 汽車の衝突

金鎚を打つ場合

物を打ち破る場合

(B) 撃力の定義及びその緩和方法。

例 (1) 列車の間のバネ。

(2) 馬車, 人力車等の車臺と車軸との間のバネ。

是等は先づ自ら歪を起して變形による弾力を顯はしそれで押し返へすから作用時間が非常に長くなります。

(3) ボールを捕ふるために手にグローブ, ミットをはめること。又素手の時は手を後方に引きながら捕へること。

(4) 古武士がホロ(母衣)を用ひたこと。

(II) 問題の取扱。

137頁 問1. 上 述。

同 問2. 落下の速度には差なきも, それを止める時間に大差あり。

故に撃力の強作用を見る場合と然らざる場合とが出来, 前者の時は破損して後者の時は破損しません。

## 第四章 圓運動及び廻轉運動

頁 節

138 138 圓運動。

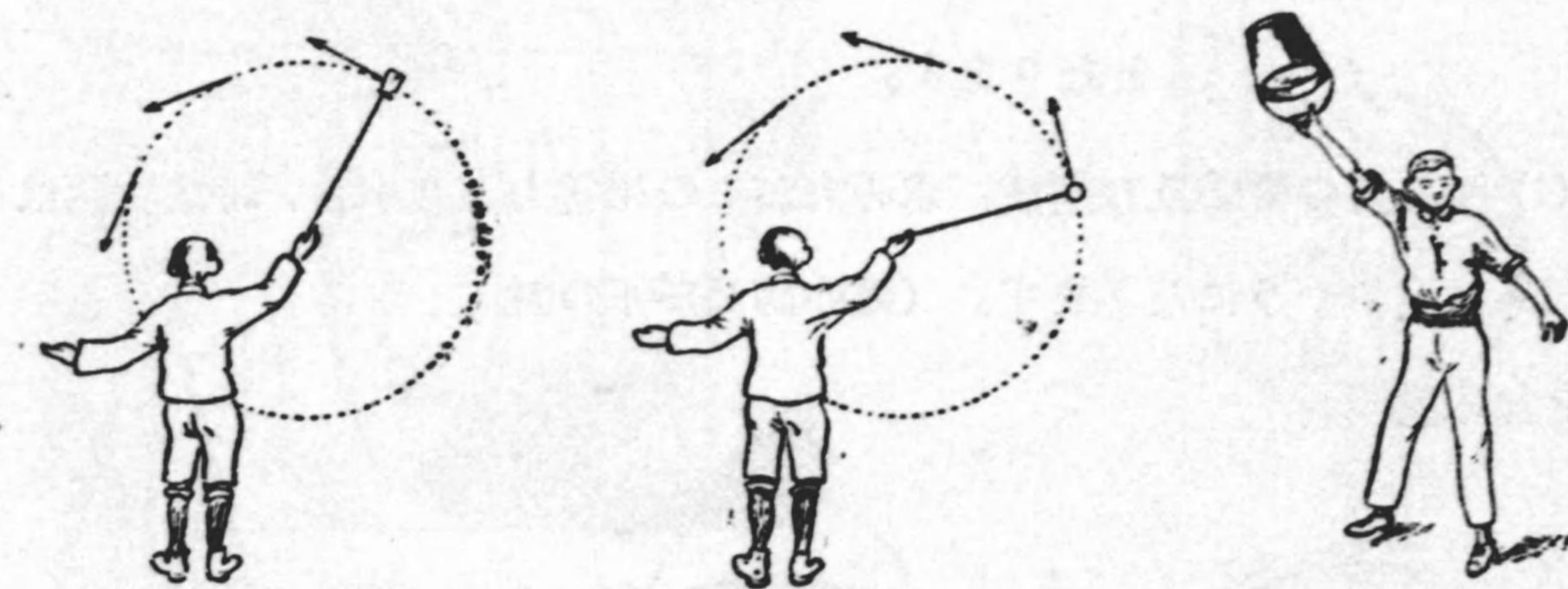
(I) 教授要項。

(A) 圓運動と求心力並にその反作用としての遠心力。圓運動の實驗及び定義。

實驗。(1) ゼンマイ秤の吊鉤に錘を吊し, 廻轉によつて牽引力の増加する次第を見る。

(2) ゴム管に錘をつけて早く廻轉し, ゴム管の引き伸ばされる次第を見る。

(3) 次圖の如き諸實驗から圓運動に伴ふ遠心力の發現する模様を見せること。



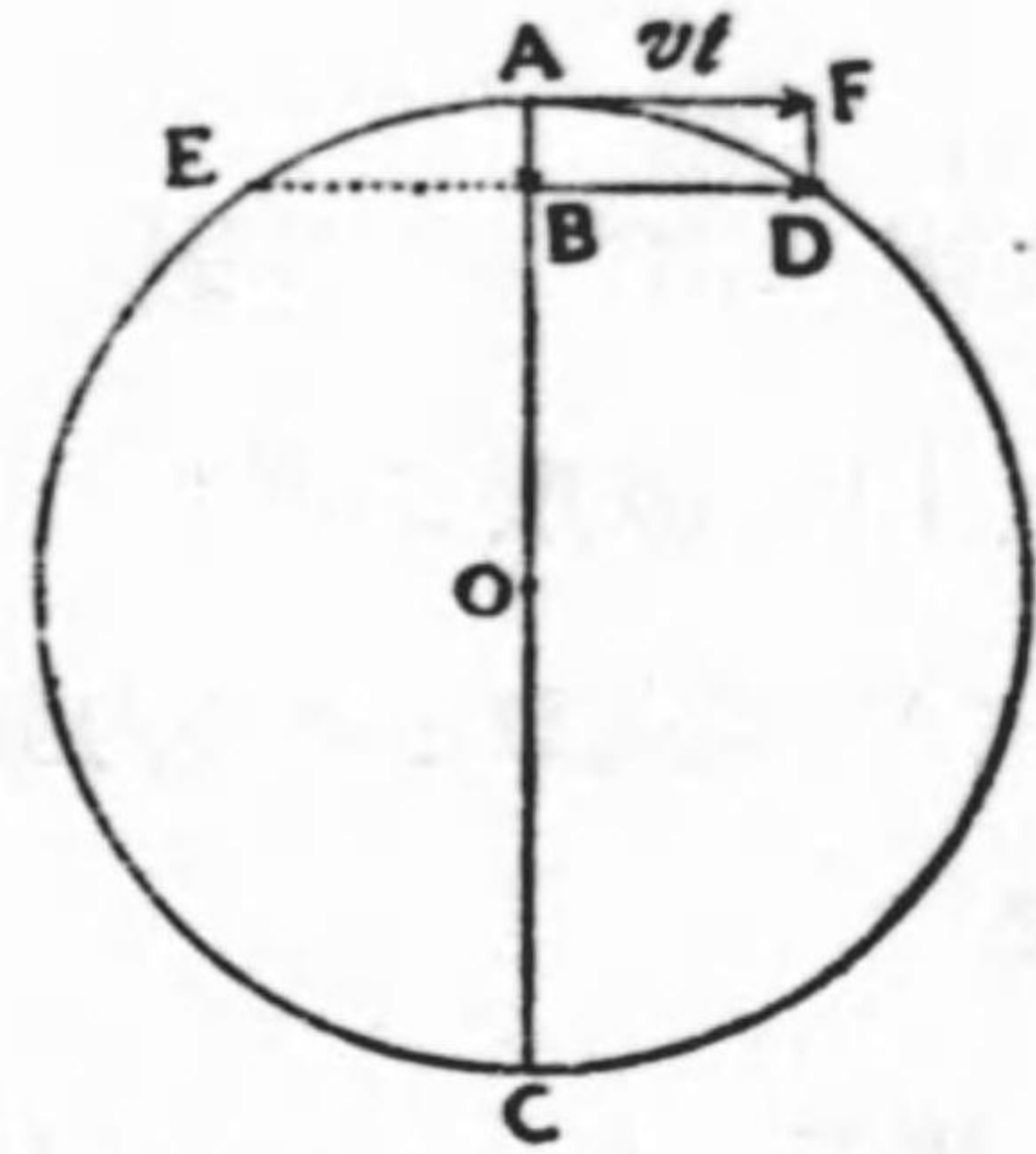
求心力, 遠心力の定義。求心力と遠心力とを作用と見做し相互作用として取扱ふこと。

(B) 求心力及び遠心力の大きさ。求心力の大きさ = 遠心力の大きさ =  $f$



$$f = m \frac{V^2}{r}$$

時間に余裕があれば次の如き証明法を加へて錬ることも必要と思ひます。  
 今A點に質量  $m$  なる圓運動體の運動状態を見るに、A點で絲が切られたとすると、その瞬間の速度で等速度運動をなすべく、 $t$ 秒間には  $vt$ だけ進む筈であります。(  $t$  はADが直線と見得る程度の小時間とす)。



然し絲による求心力  $f$  が絶えず作用するから  $t$  秒間に AB だけ中心の方向に引かれる筈で、之が  $\frac{1}{2}at^2$  に相當する。依つて AD は等速度運動 AF と等加速度運動 AB との合運動と見て差支ない。

幾何學上から  $BD^2 = AF^2 = AB \cdot BC$  之は  $\overline{AO} \cdot \overline{AB}$  と殆ど等しい。

故に  $V^2 t^2 = 2r \frac{1}{2} at^2$

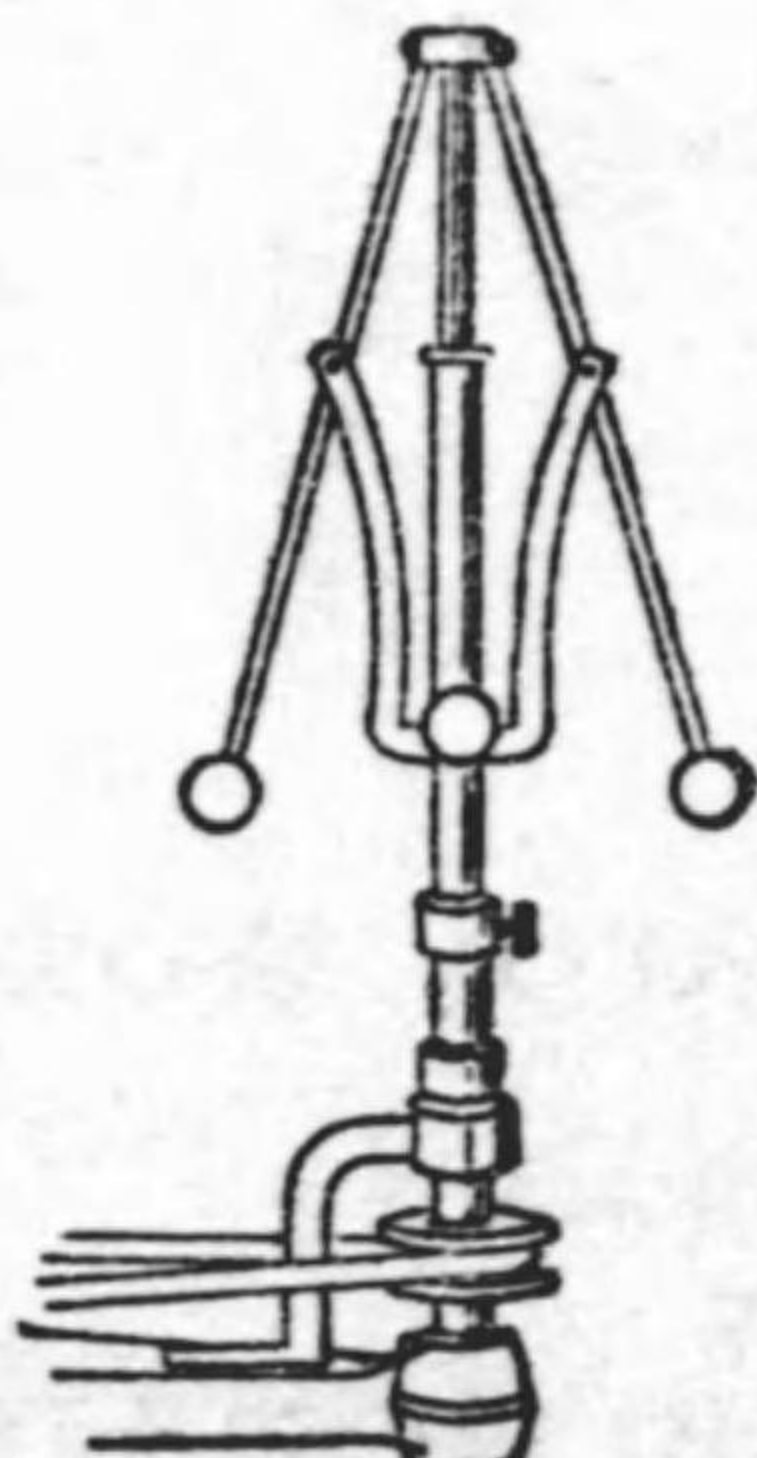
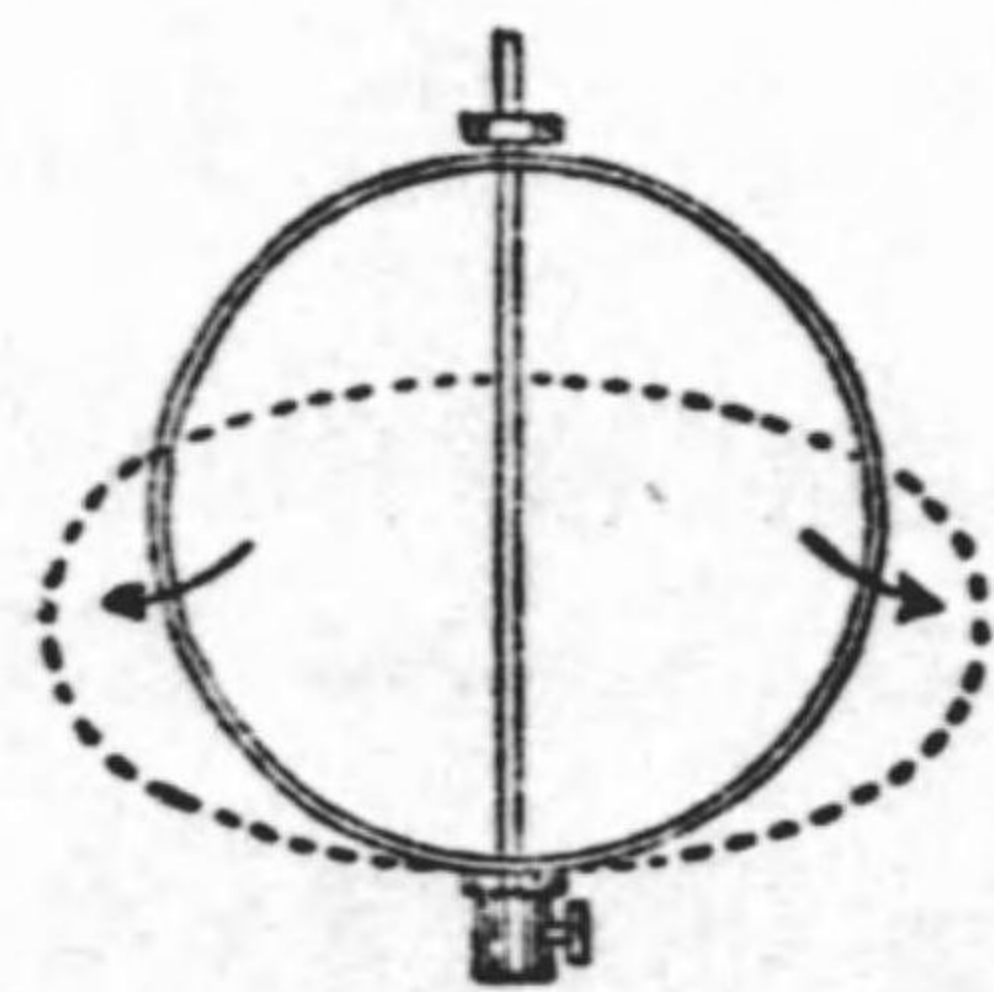
即ち  $V^2 = ar$

$$a = \frac{V^2}{r}$$

然るに力の所で  $f = ma$  といふことがあつたから、之を適用して

$$f = m \frac{V^2}{r} \text{ となります。}$$

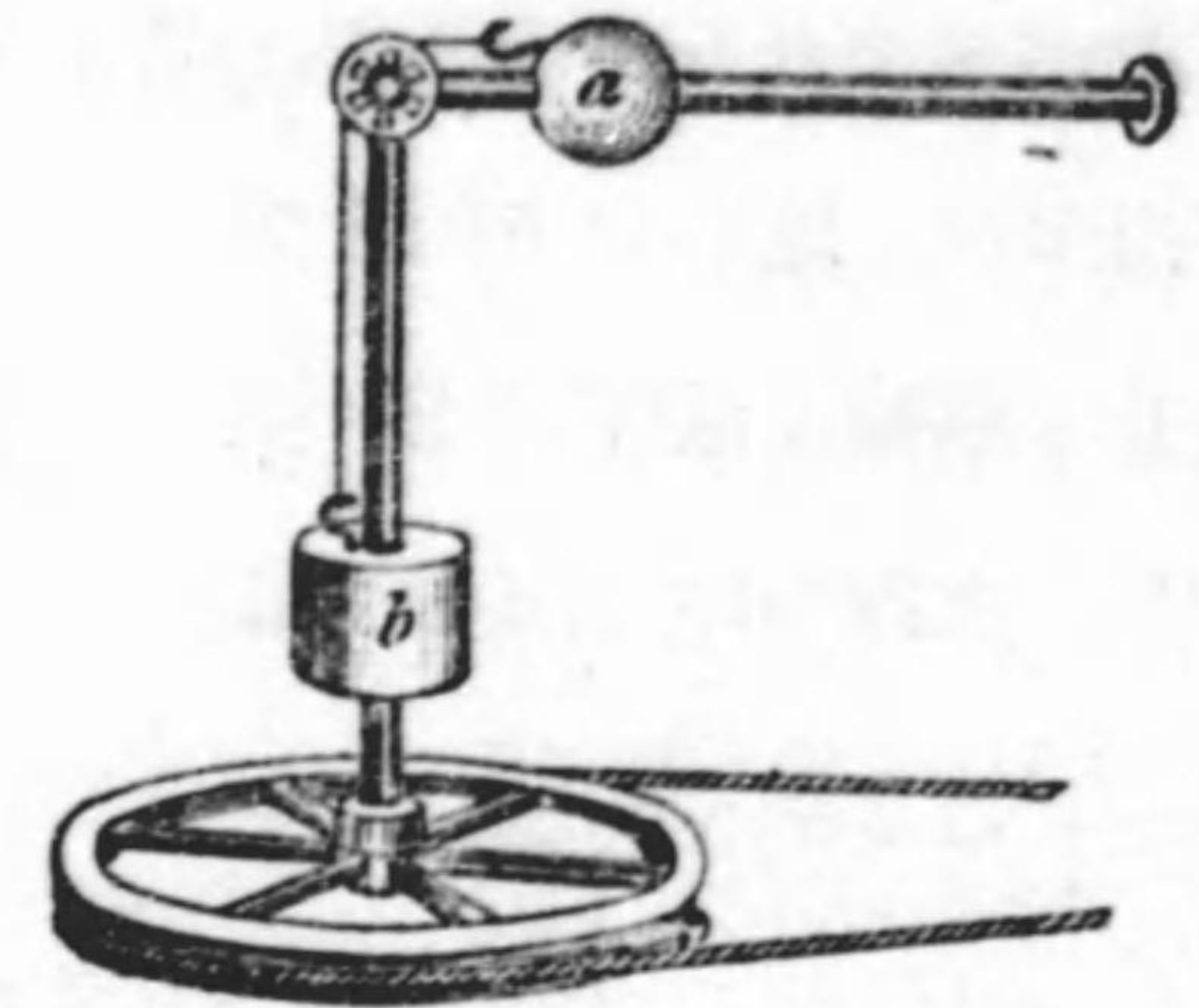
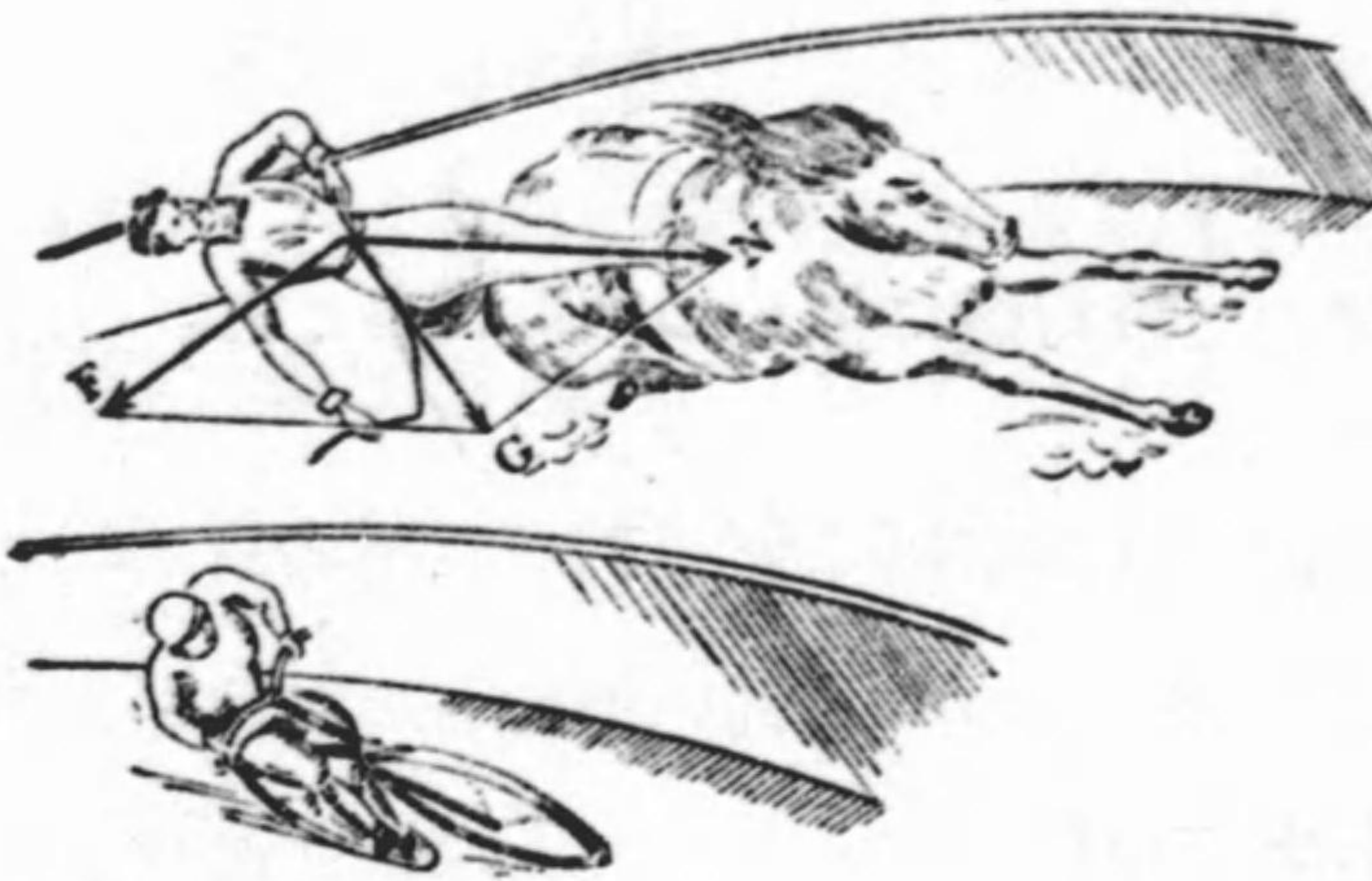
(C) 遠心力の實驗及び解説。求心力がこの相當力より小さい時は物體はその圓外に出るやうになります。(遠心篩及び下の實驗を加味説明)。



(D) 遠心力に関する具體的諸事項。

(1) 教科書の267圖を利用して汽車、電車などの軌道がその彎曲部の外側を高めてをる理由を説明すること。

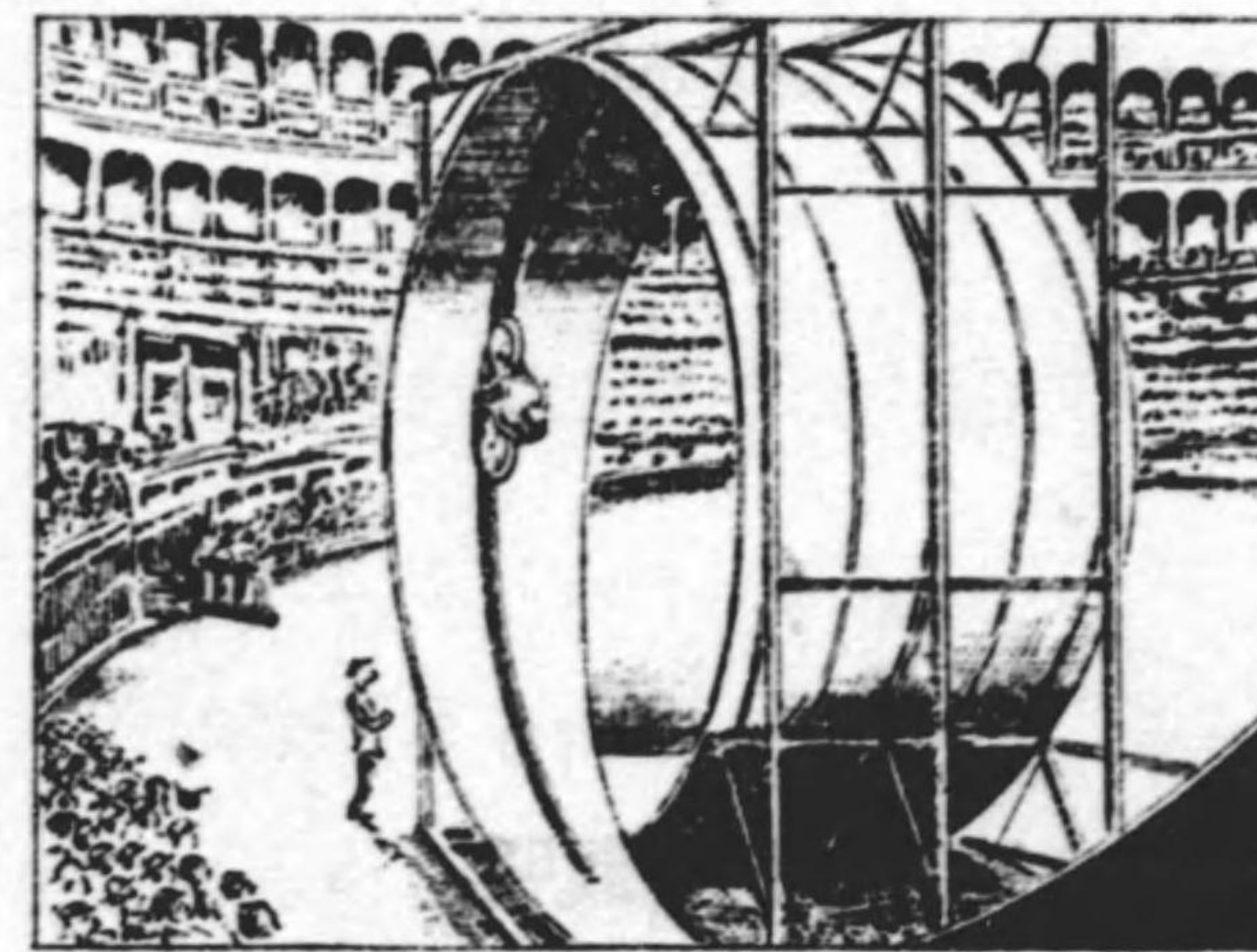
(2) 自轉車乗が路を曲る時その體を屈曲部の内側に傾けること。



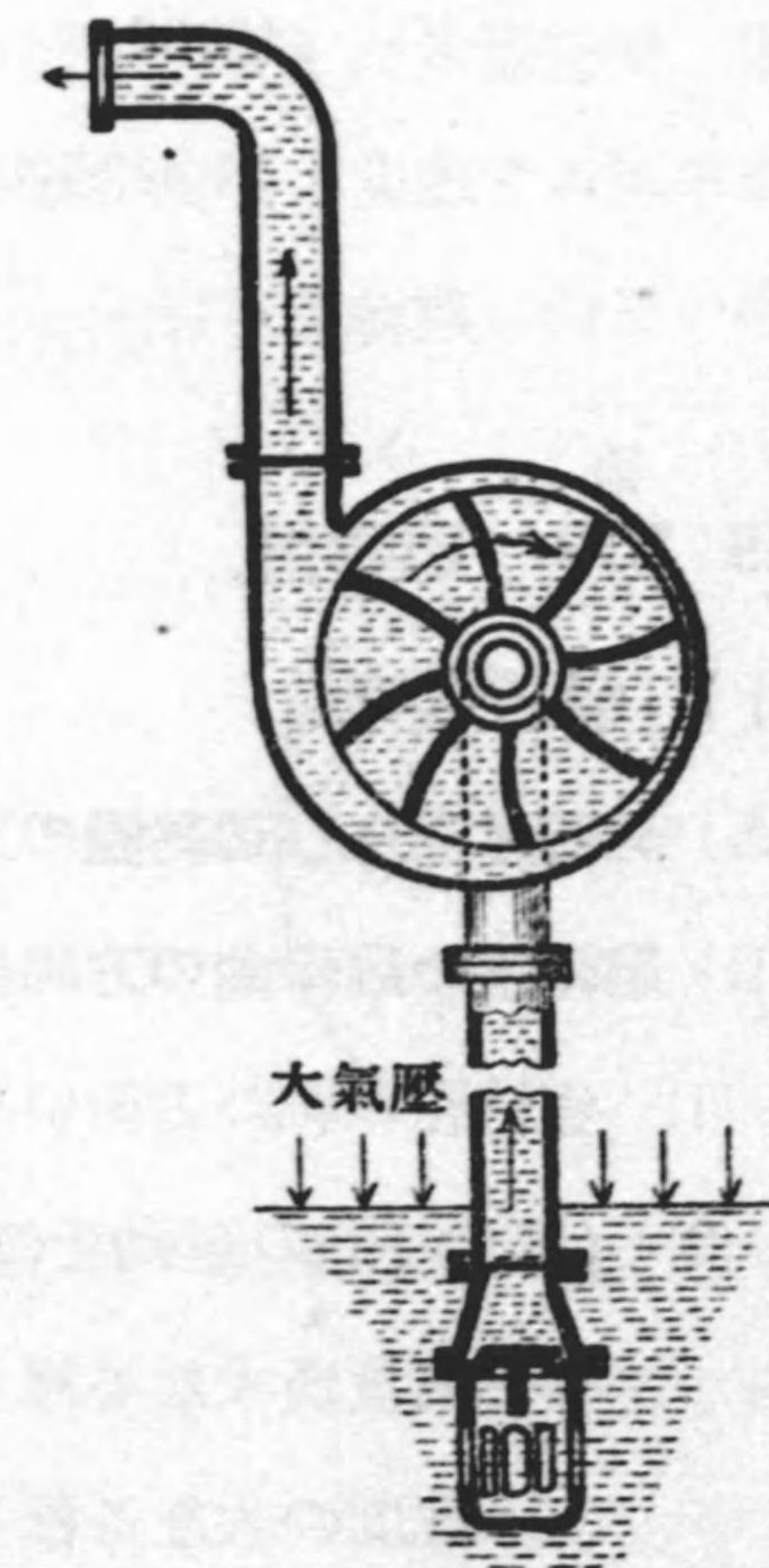
- (3) 遠心篩のこと。
- (4) 遠心力ポンプのこと。
- (5) ワットのガバーナー (後廻しにするも可)。
- (6) 地球の徑が赤道部に大で、南北に小さいこと。周も

赤道に沿うて測る場合が最大であること。

(7) 箸に水飴をつけて廻轉すると中央の膨大したるものが出る事。



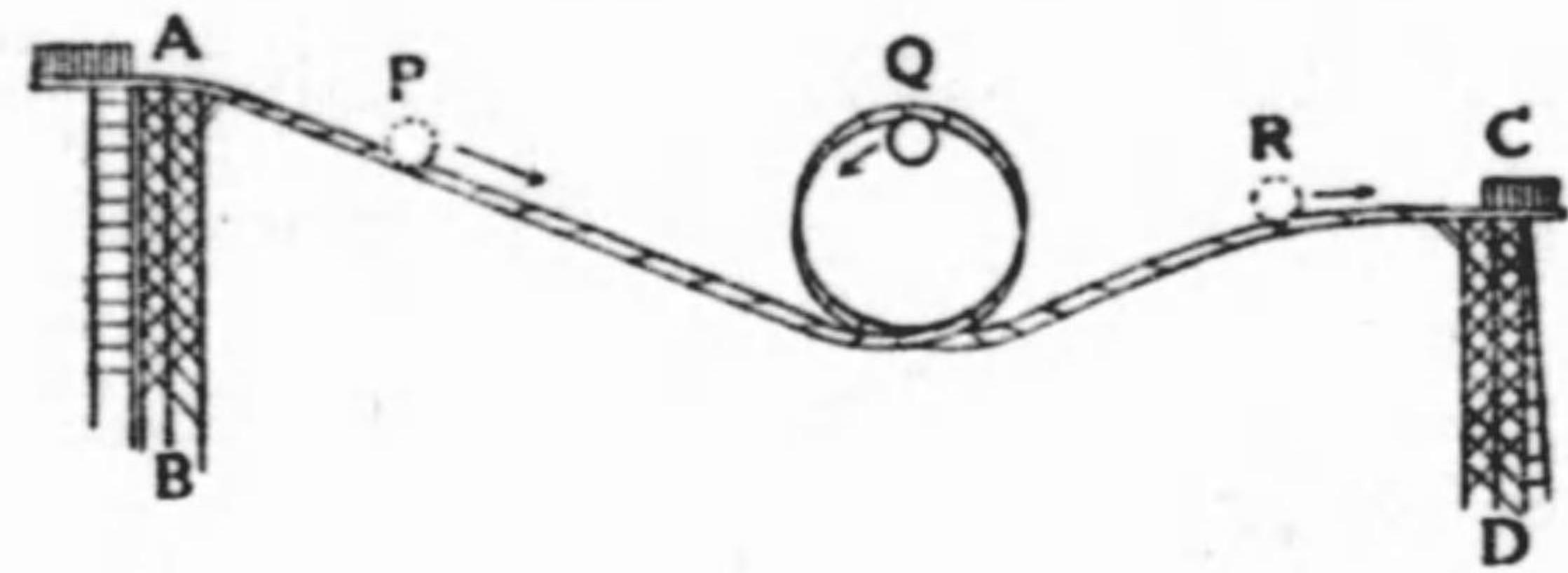
(8) 雨傘を廻轉すると雨滴がその縁からその切線の方に飛びます。雨滴と傘の縁との附着力がその圓運動の求心力に應ずるあひだは傘と共に雨滴も廻轉しますが、圓





運動が速くなり、求心力、遠心力が増すとこの附着力では求心力だけの役目が出来ず、遠心力で引き離されて飛びます。

- (9) 車輪の廻轉の速い程それに附ける泥土が速く飛び去ること。(同上)
- (10) 次圖の如き遠心軌道に沿うて球が廻轉し途中で落ちぬこと。



- (11) 宙返りをする時座乗者が却つて飛行機に押しつけられること。

(II) 問題の取扱。

139頁 問  $f = \frac{mV^2}{r}$  にはめる。

$f$  の単位をダインとしますから

$$980 \times 1000 = \frac{200 V^2}{50}$$

$$V^2 = 245000 \quad V = 495 \text{ 弱}$$

∴ 速度  $V = 495$  秒極弱

$$\text{廻轉數} = \frac{495}{2 \times 50 \times 3.1416} = 1.6 \text{ 弱} \quad 1.6 \text{ 廻轉弱}$$

頁 節

139 139 廻轉體。

(I) 教授要項。

- (A) 廻轉運動及び廻轉體の定義。
- (B) 廻轉體の廻轉軸の方向に變じ難い理由及び實例の説明。
  - (1) 廻轉體の軸の方向の換へ難い實驗。
  - (2) (單位時間の運動量の變化) = (作用する力の大きさ)

質量の大なる程	大力を要す
速度の大なる程	大力を要す

廻轉體はその各部が廻轉軸よりの距離に正比例する速さで一様に同方向の圓運動を繰返へしてをる。

故に軸の方向を變ずることは凡ての運動の方向を變ずることとなり非常に大なる力を要することになります。

(3) 例。廻轉せる獨樂、自轉車の倒れ難く、地球が南北を軸として一定の自轉を續けをるが如きはこの好例であります。

又銃身、砲身内面の螺旋溝線は銃砲丸に定方向の廻轉を與へて空氣の抵抗のために方向を變ずることを防ぐ目的でつくられてをります。

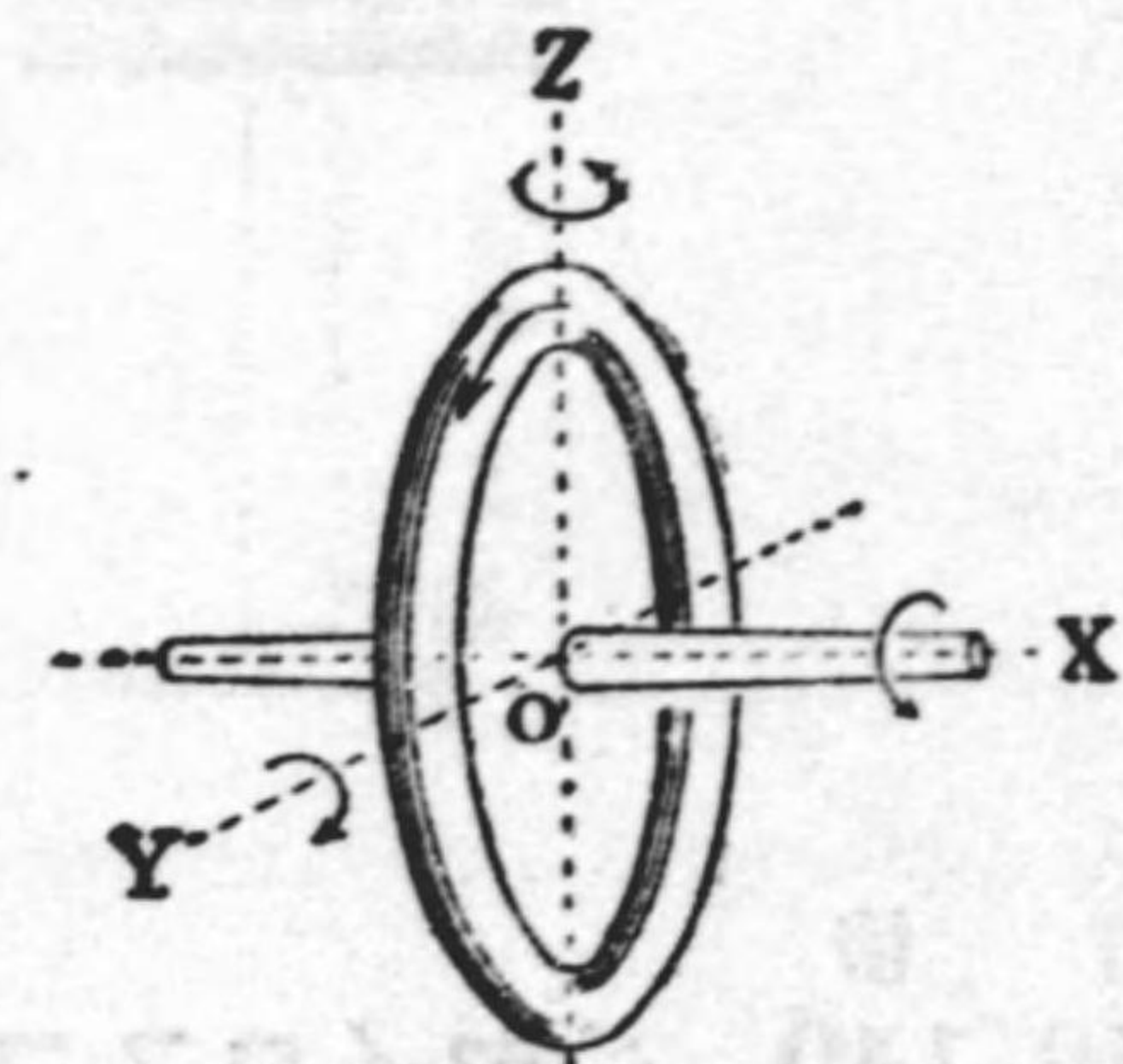
(II) 添加事項。

(A) 自由軸。物體を或る軸の周りに廻轉せしめる時、その軸が揺れず靜かに永く廻轉する獨樂の如きものと、軸が異様に振動して廻轉の長く續かぬものとがあります。

前者は軸がその物體の重心を通過し、而かもその物體の各部分のその軸の周りの廻轉のために生ずる遠心力が相互に打ち消して零となる場合で、後者は軸心が重心を通過しないため、重心の周りに軸を曲げようとする能率があるか、又は軸が重心を通過するにしても遠心力が全周で打ち消し得ない場合であります。

前者の如きを廻轉體の自由軸 (Free axis) といひます。

一般に物體はその重心を通過して互に直交する三つの自由軸を有してをるものであります。

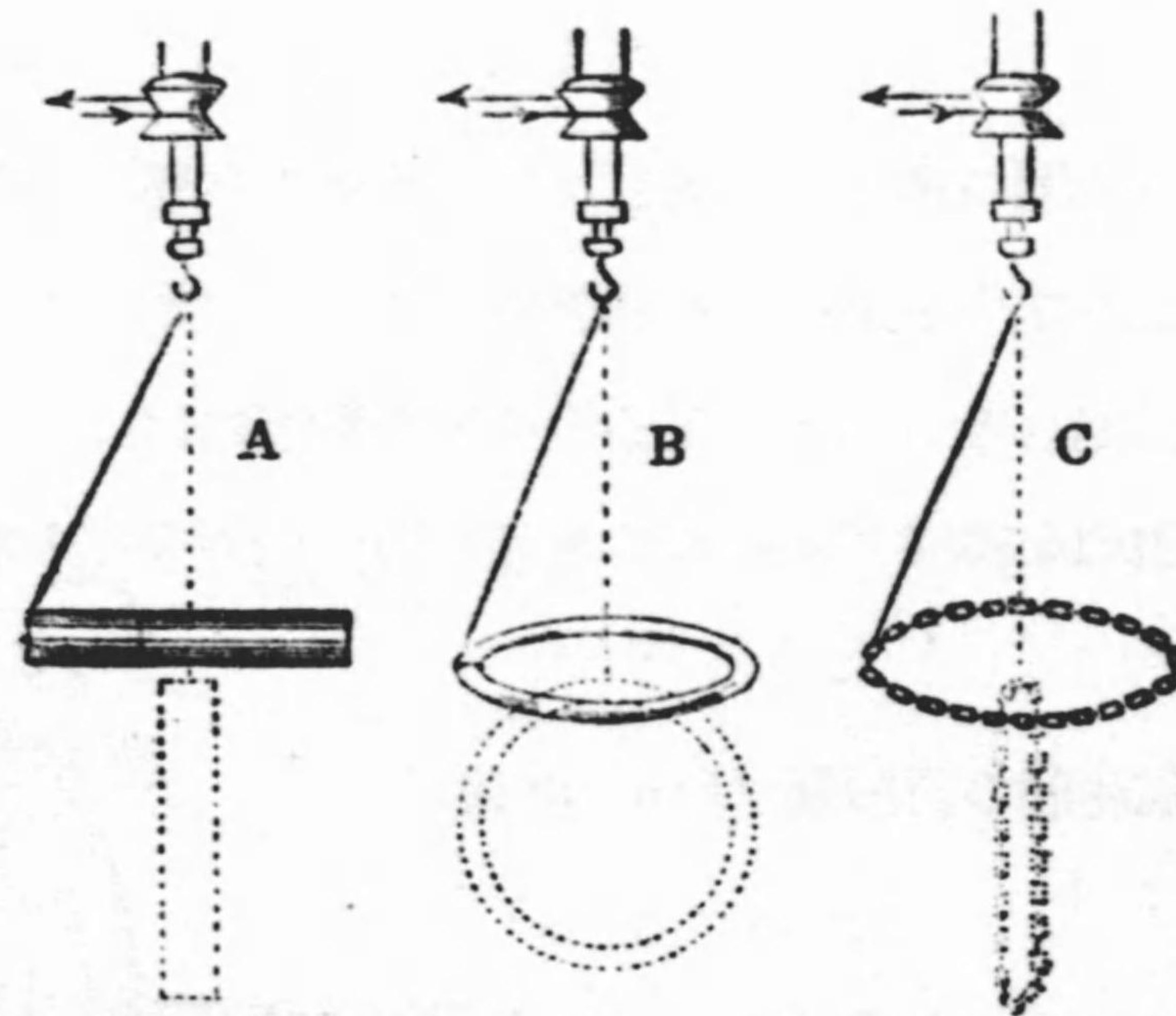
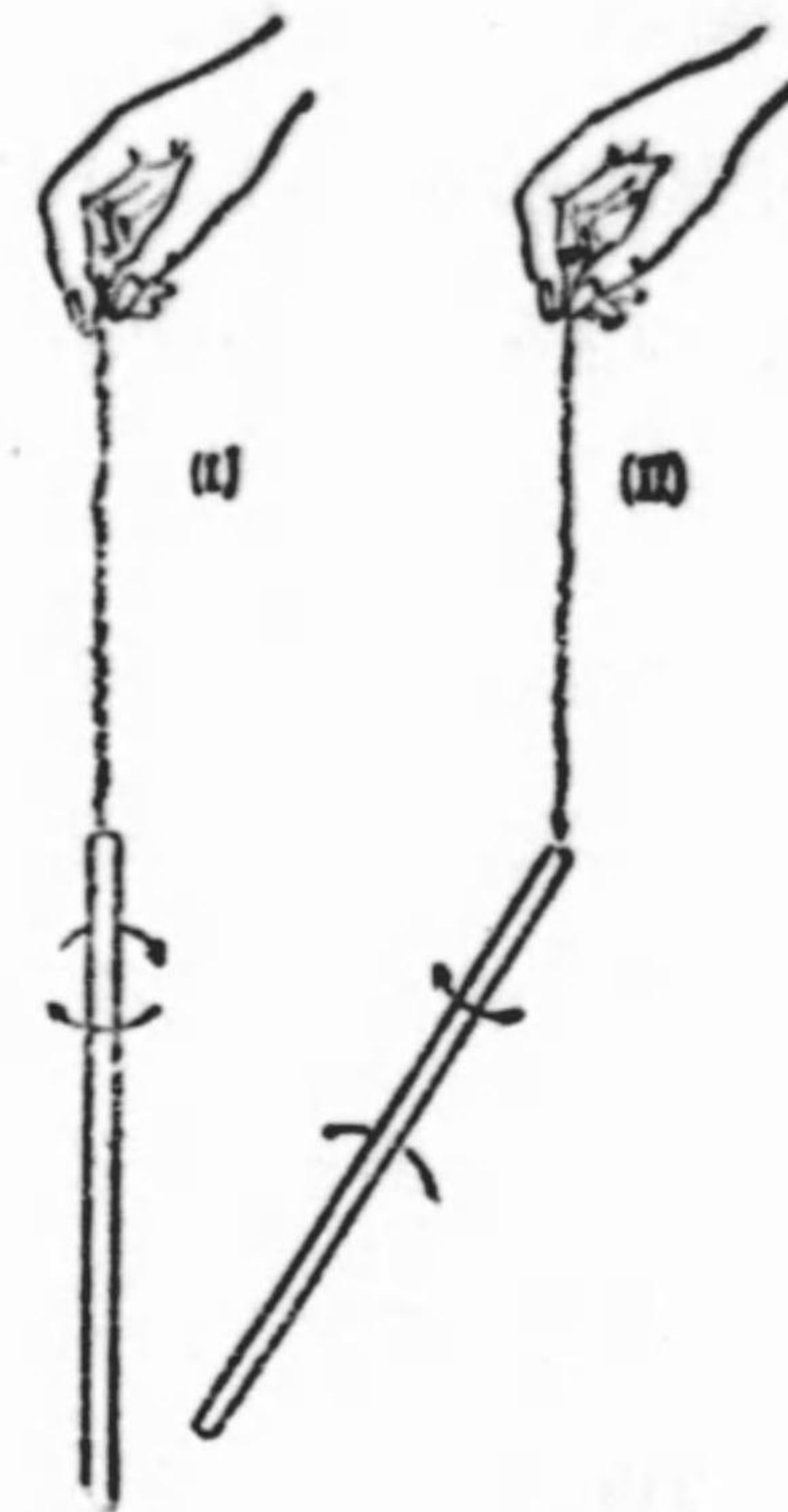


(B) 廻轉に於ける安定の坐り。而して自由軸の周りに廻轉する場合でも、打ち消される遠心力の最大の時が最安定の坐りを取り、最小の時最不安定の坐りをとります。



二十厘許りの細長い鉄棒を糸で吊し、糸に充分振りをかけて吊すと、鉄棒は始めは鉛直軸の周りに廻轉しますが、次第に水平に近づき長さに直角な自由軸の周りに廻轉せんとする傾向を示して來ます。是はこの軸が打ち消す遠心力が最大で最も安定度の高い廻轉をするのに都合がよいからであります。

この實驗は次の装置によると、之を多くの物體に適用することが出來ます。下圖は各物體について之を行つてをる所を示したものであります。



頁 節  
140 140 ジャイロスコープ。

(I) 参考資料。

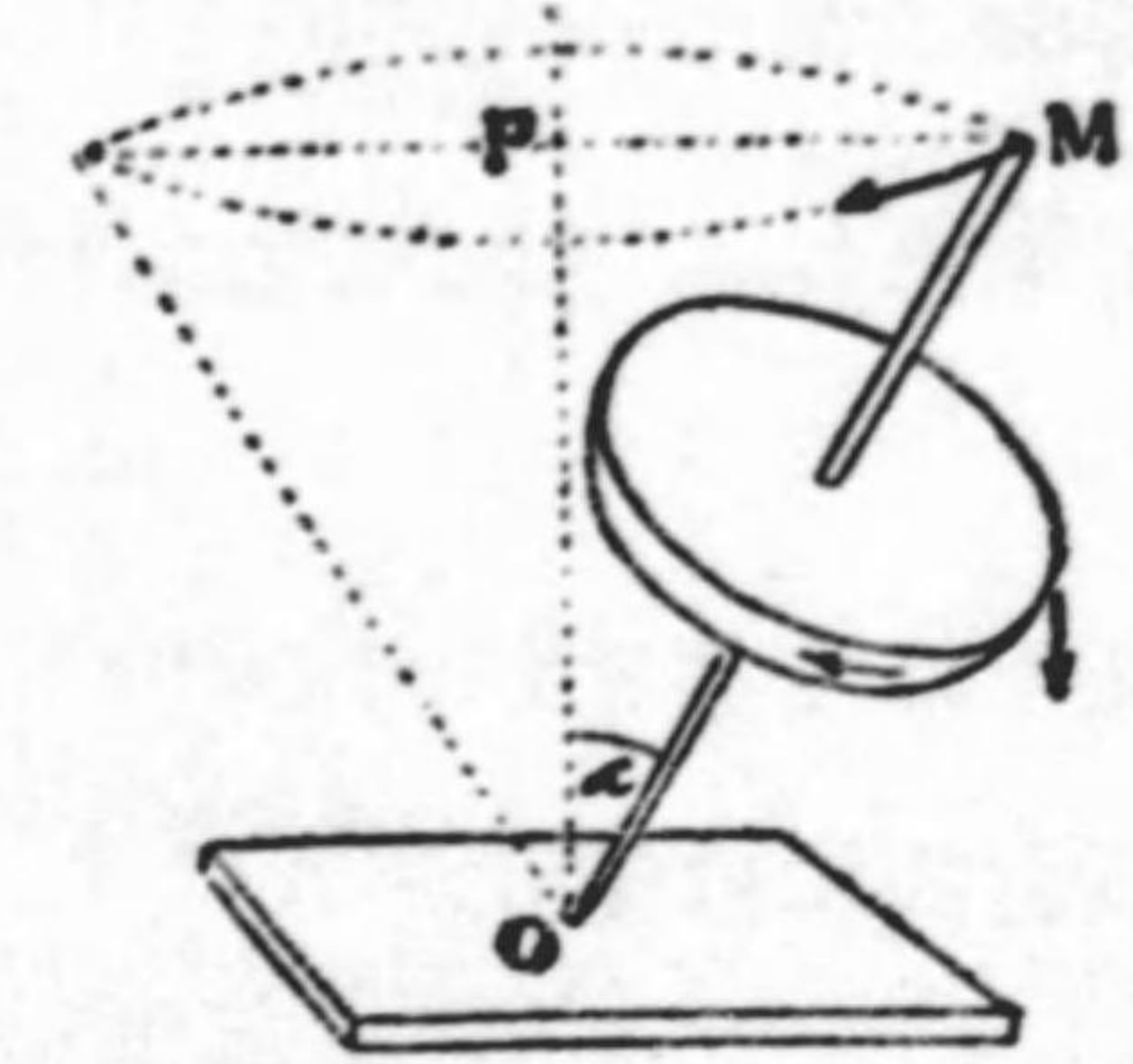
(A) プレセツション。(Precession)

最安定の自由軸の周りの廻轉體(獨樂が好例)はなかなか倒れません。そ

の軸が少しく傾いて重心に作用する重力が軸を倒さうとする能率を顯しても、軸の支點を頂點に持つ圓錐狀も軸で描く如くその廻轉方向に廻ります。

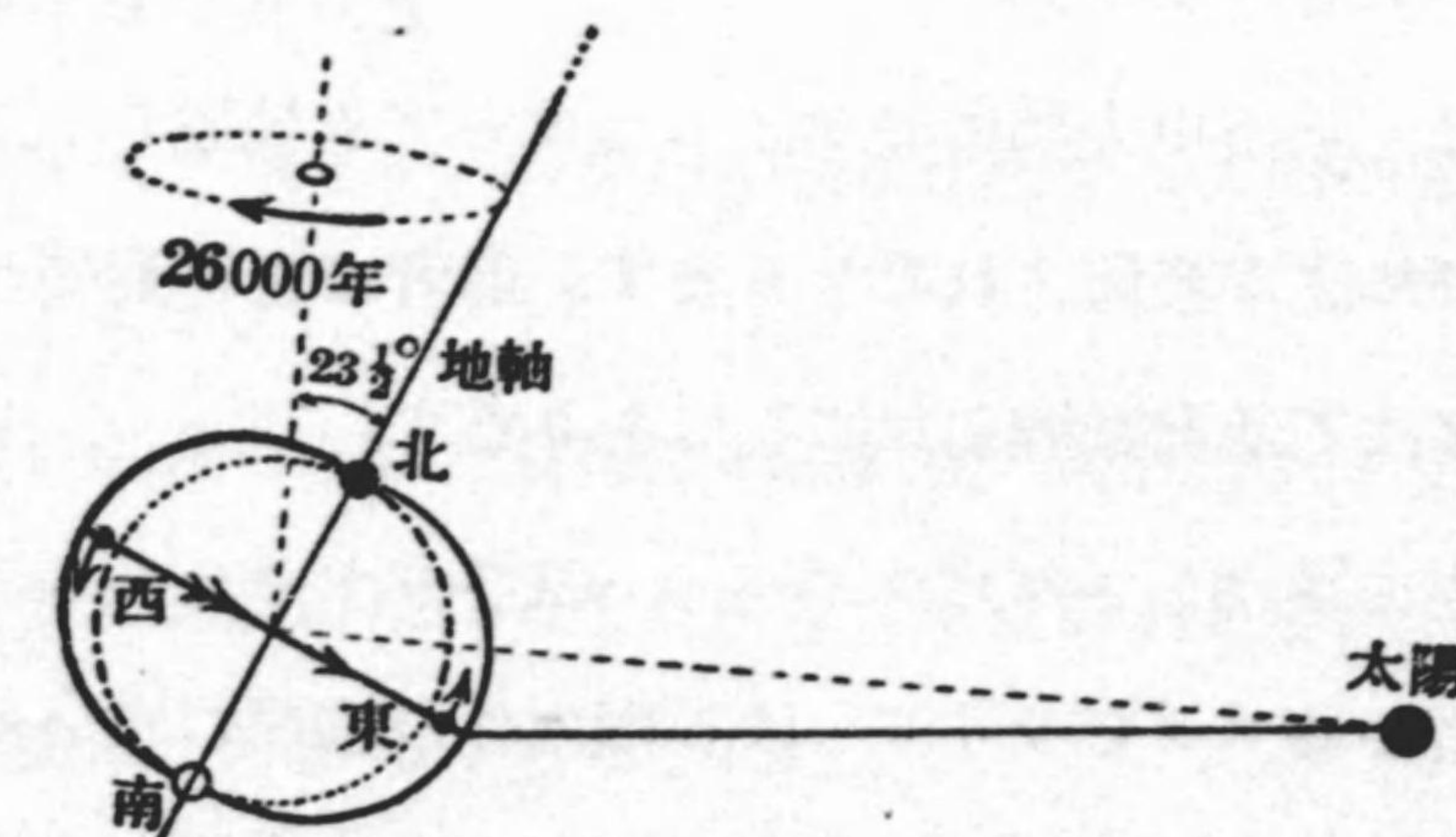
俗に「獨樂が味噌を摺る」といふるのこの運動に當ります。之をプレセツションと名づけます。

この場合にその傾きの儘廻る廻轉面は軸を倒さうとする力即ち重力の方向に直角をなします。



次圖の如く地球は太陽の周圍の軌道面に對して23.5°軸が傾いてをりますので、太陽の引力は之を直角に引きもどさうとする力を顯はします。それで圖の如きプレセツションを致します。之が26000年を周期として行はれます。地軸の方向が次第に變じますのはこのためであります。

それで16000年の將來には今日天頂に見つゝある琴座の織女星が北極星になる筈になつてをる次第であります。



臺灣に立てられた23.5°の回歸線の標柱も歳と共に移さねばならない。

(B) ジャイロスコープ よく廻轉する重い金屬製の獨樂を、その軸が環の直徑となり、重心がその中心に一致するやうに金屬環の間に挟んだ装置をジャイロスコープといひ、急速、圓滑に廻轉をする構造になつてをります。



ジャイロスコープの重心が各環の圓中心に在るやうに二重環で支へたジャイロスコープを毎秒數百回の廻轉數で廻して置くと、その廻轉軸は常に一定方向を指し、外力でその方向を変更しようとする甚だしく之に反對する。

又その支臺を如何に動かしても、その廻轉軸の方向には變化が及ばず、周圍の環許りが軸に定方向をとらせるやうに順應する。

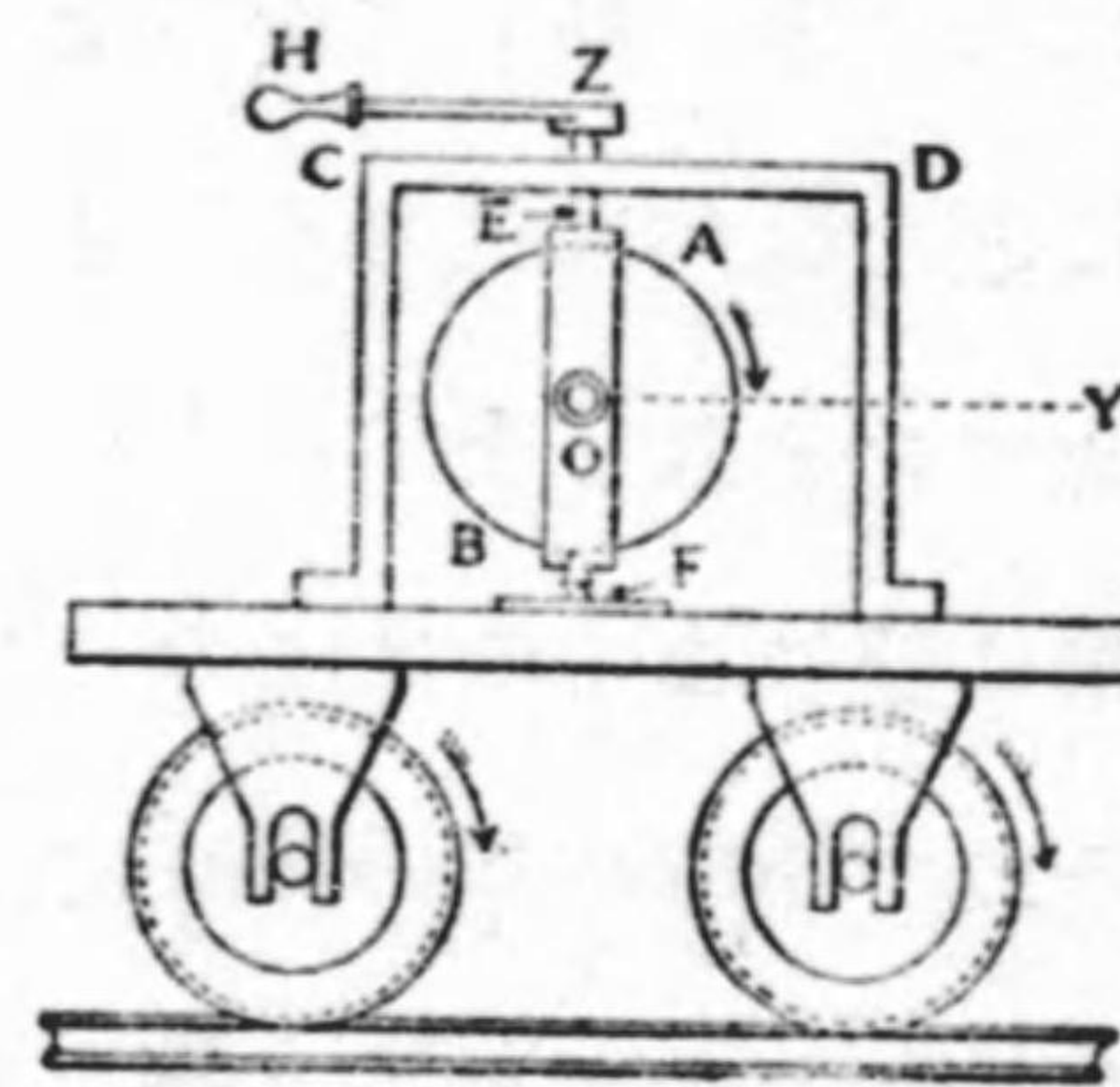
この現象を廻轉軸の保持といひ、安定保持の目的で諸種の利用が企圖せられてをる。

單軌道列車、二輪自動車の如きも、この安定性を利用してをるもので、共にシュロウスキーの考案に係り、急速度で廻轉するジャイロスコープを備へてをります。

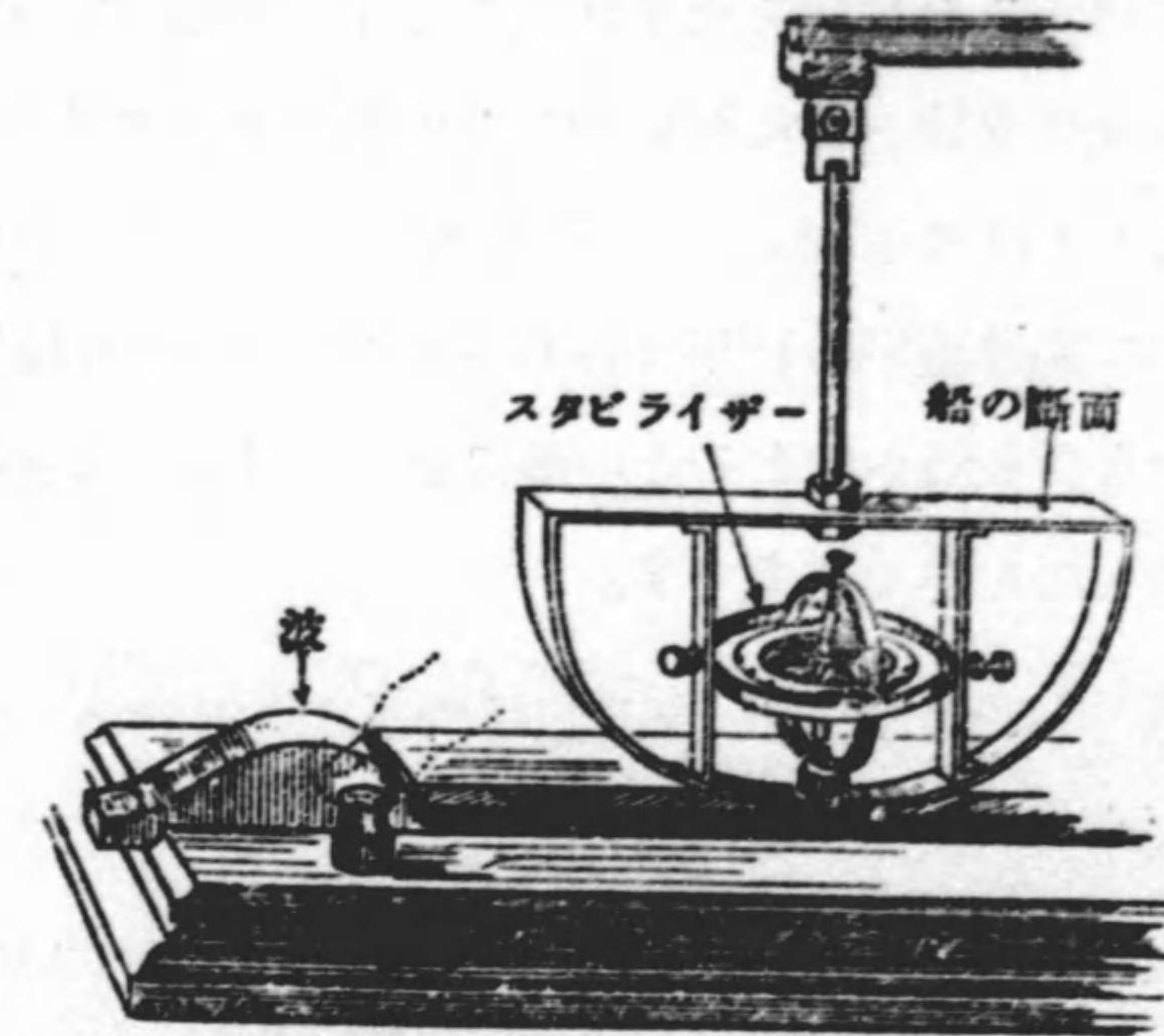
單軌道列車では、その中央部にジャイロスコープを装置し、二輪自動車では運轉手臺の後部に之が埋置されてをります。前者は之を廻轉せしめるのに電氣を用ひ、後者は石油發動機を以てしてをります。

又船舶、軍艦等には之をスタビライザー、及びジャイロコムパスに利用してをります。大型の親スタビライザーは百噸内外の鐵製の重い廻轉體を鉛直軸の周りに船の中央で廻轉せしめ、船の傾きを止める作用をさせます。然し常に之を廻轉させてをる譯でなく小型のものが船の動搖でプレセッションを起して大型のものに電流を通じその廻轉を初めしめるのであります。

次圖は著者の主案で新案特許になつてをるスタビライザー實驗器であります。



單軌道列車に於けるジャイロスコープ(AOB)



圖の釘を指で押すと山形の波が進行して船を動搖させますが、中のジャイロが廻轉してをれば二、三秒でそれが止り、廻轉してなければ二、三十秒間も揺れます。

ジャイロスコープは又魚形水雷の内にも備へられ、その發射と共に廻轉する如く仕組んで定方向の進行を続けしめる用に當てます。

### (C) ジャイロコムパス。

(1) ジャイロスコープの應用中特に出色せる方面のものはジャイロコムパスであります。

羅針盤が工夫せられた當時は木造船艦の時代でありましたが、今日の如く鐵材を多く船體に用ひるやうになつては磁石を要部とする羅針盤は使用上困難を伴ふことが多くなりました。

ジャイロコムパスの發明はこの機運に際會して急速の進歩を見ました。

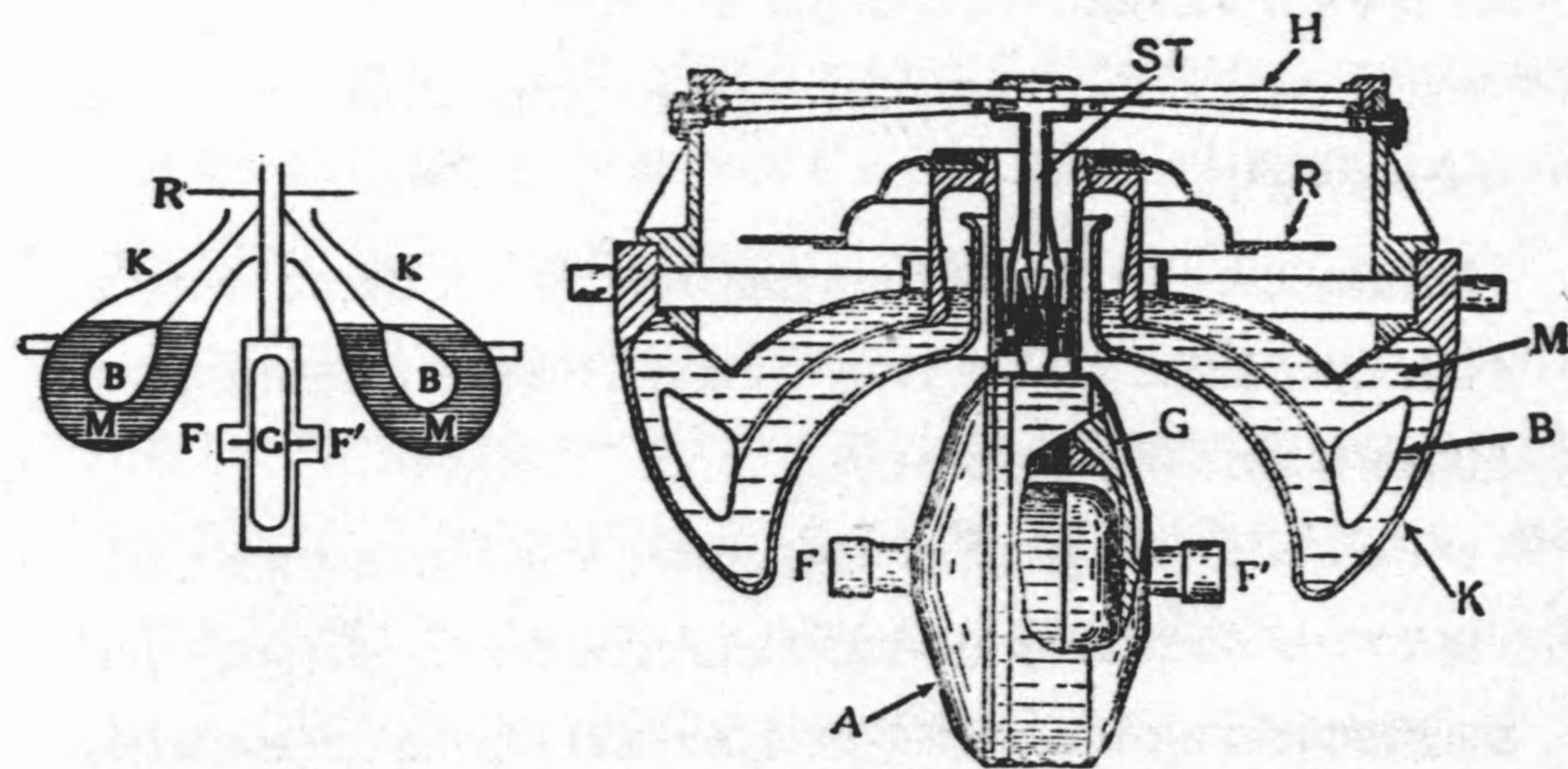
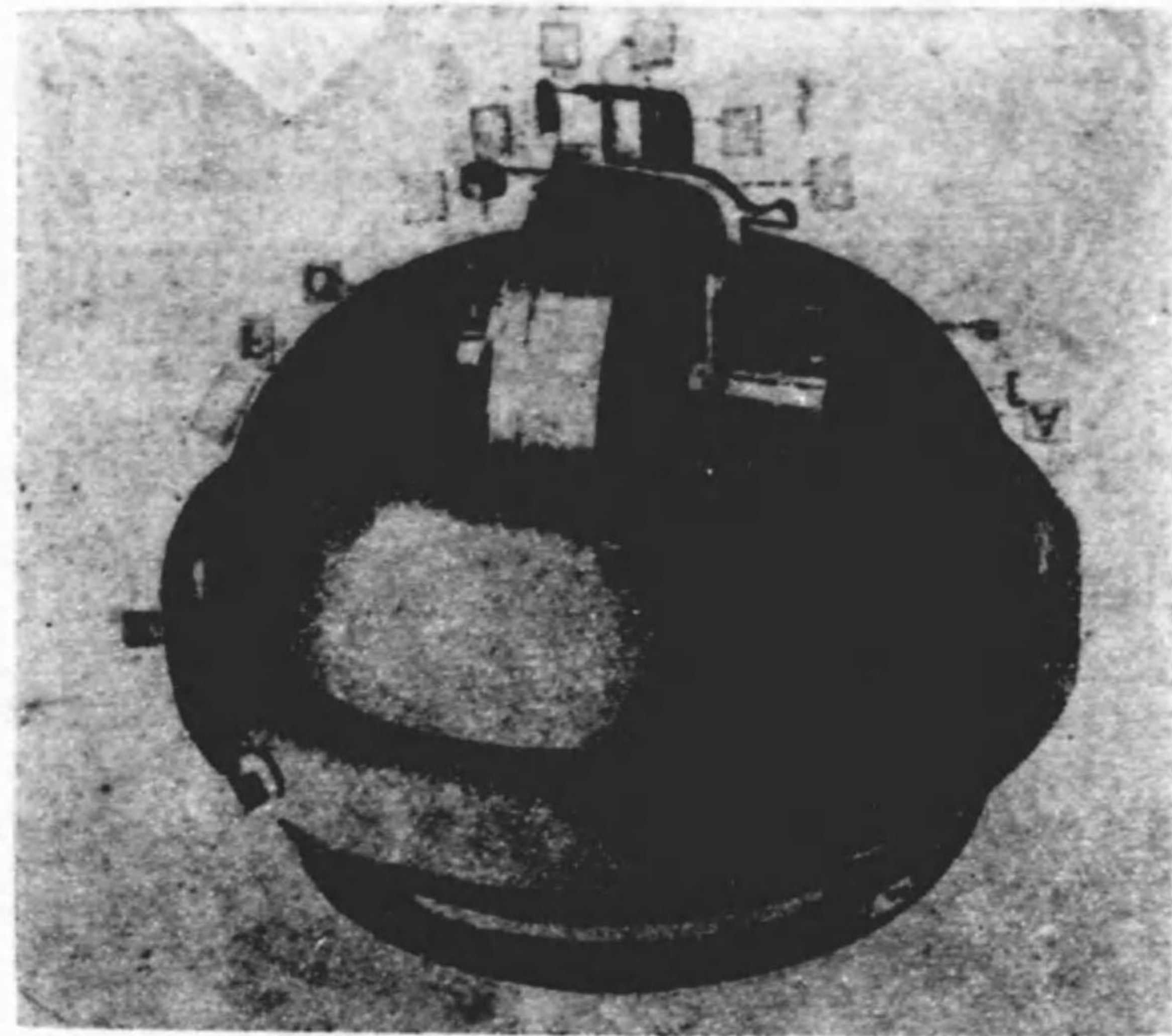
獨人アンシュツツは20世紀の初當卒先して之に着手し、三自由度を有する重疊環中にジャイロスコープを支へしめたものを造りましたが地球自轉の關係で不成功に終りました。

そこで1906年再び二自由度を以て水平を保たれる水銀槽中に浮かした浮



袋から支柱を下げ、それに軸を水平に保ちながら廻轉するジャイロスコープをつけ、浮袋及び支柱と共に柱を軸とした垂直面内にも廻轉し得る如くしたものをつくり上げました。

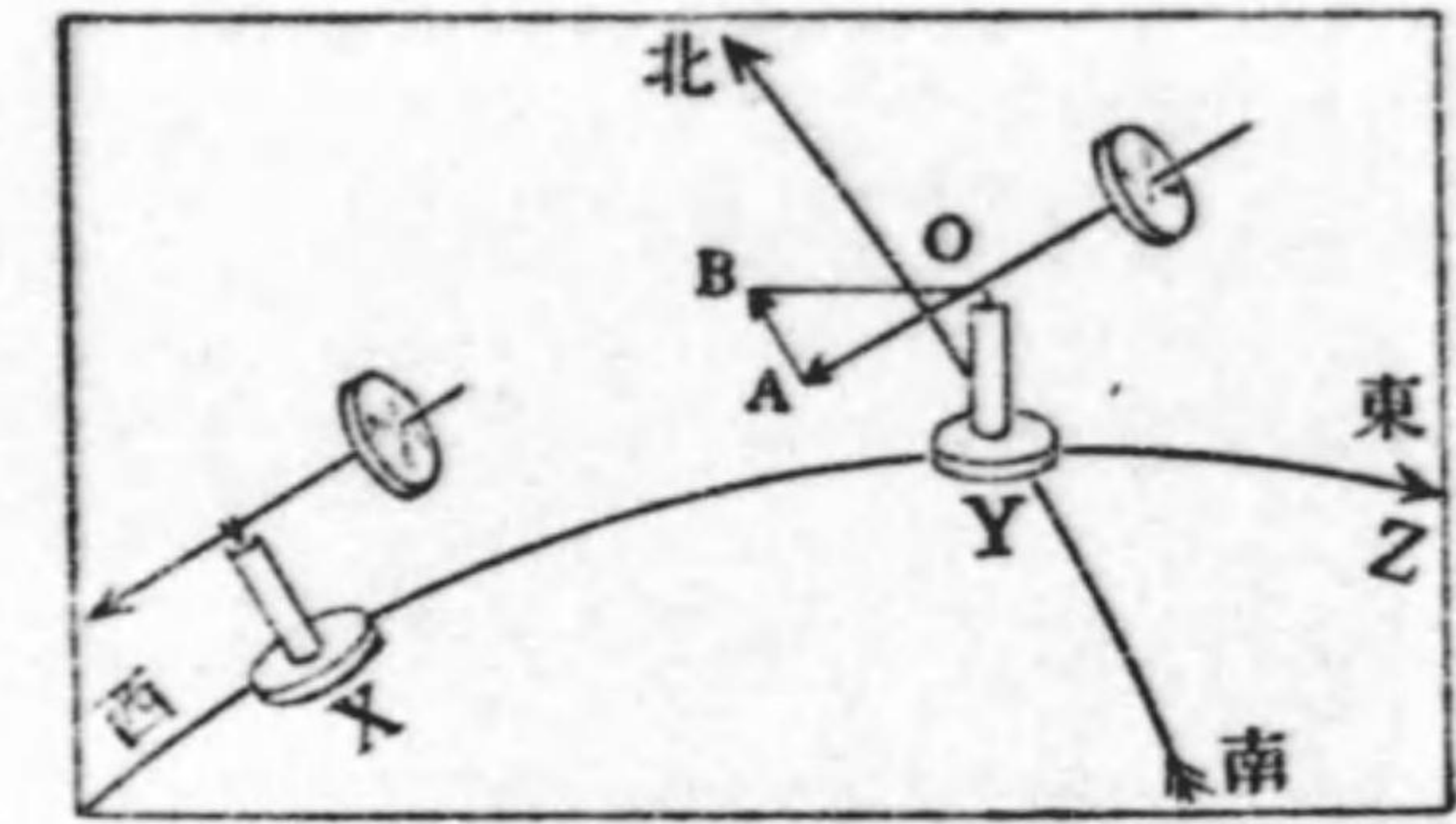
本器は主として獨逸海軍に利用せられてをるもので、我が國でも軍艦金剛にはこの型のものを備へてをるとの事であります。下の挿繪はこの断面圖と外觀とを示したものであります。



ジャイロコムバスの外觀とその要部の構造

A 廻轉部被覆, B 浮囊, F, F' 廻轉軸, G 廻轉部, H 透明板, K 水銀池外槽, M 水銀池, O, O' 油壺, R 方位板 南北の線は廻轉體の廻轉軸の直上にあつて之と平行してをる) ST 給電用分岐幹

(2) 指導説話法。詳しく言へば程がありませんが、ジャイロコムバスの軸が南北を指さない時は、地球の自轉につれて東の方が上方に揚げられる關係になりそこでプレセツションを起します。



そのプレセツションで上方に揚げる方向即ち鉛直の方向に對して直角な方向の運動を起します。そしてその軸が丁度南北を指すやうになつてからは地球の自轉がこのやうな影響をジャイロの軸に與へませんからプレセツションも起らずその方向即ち南北の方向を指し續けます。

勿論そのやうになるまでに幾回か西に行き過ぎ、東に戻り過ぎ致します。軍艦などでは廻轉を始めてから丁度正北を指すまでに約2時間半かゝるやうであります。

頁 節  
170 140 萬有引力。

### (I) ニュートンの人物及びその偉業。

(生徒の解し得る程度のもの許りを話題に採ること)。

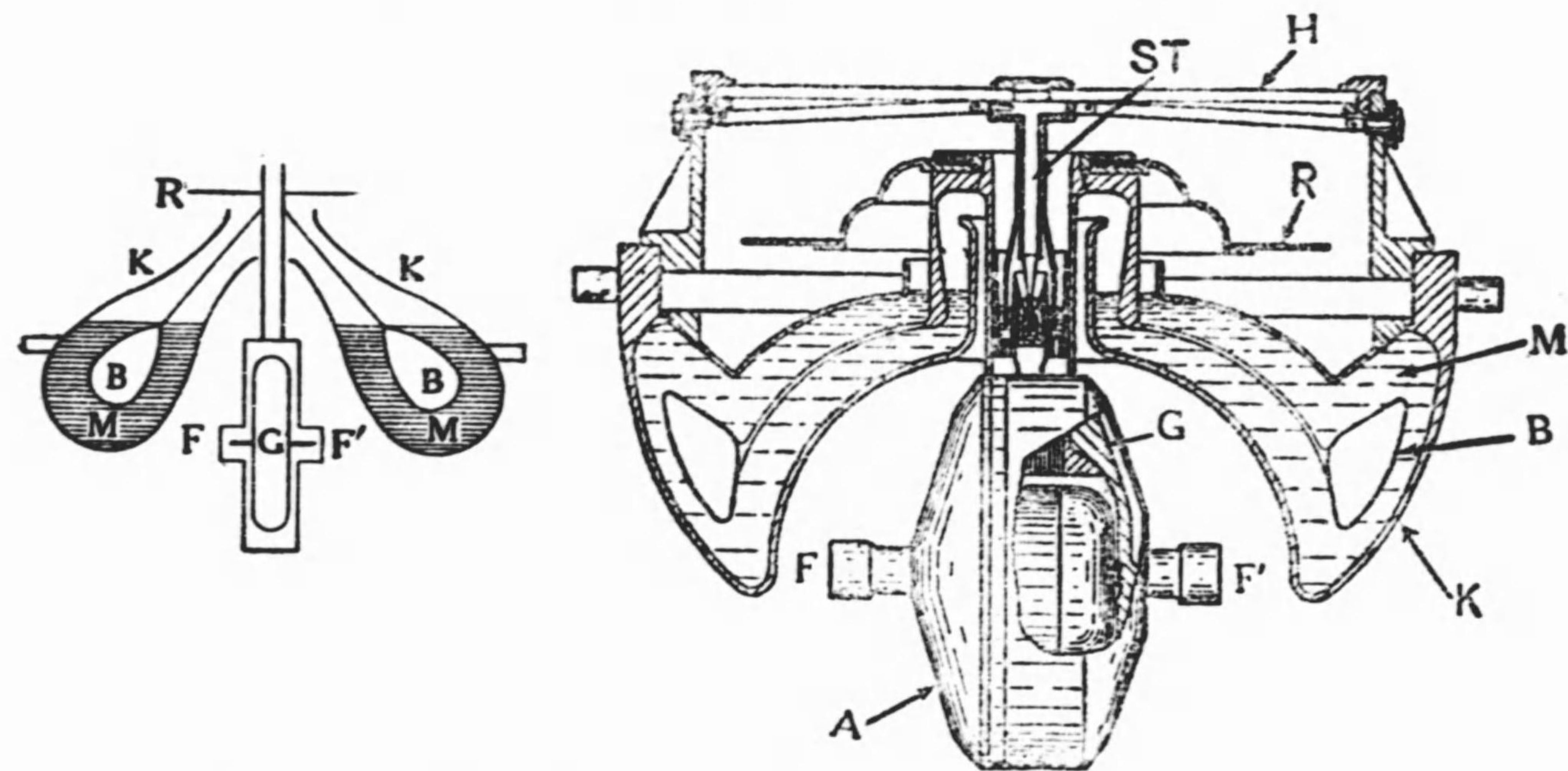
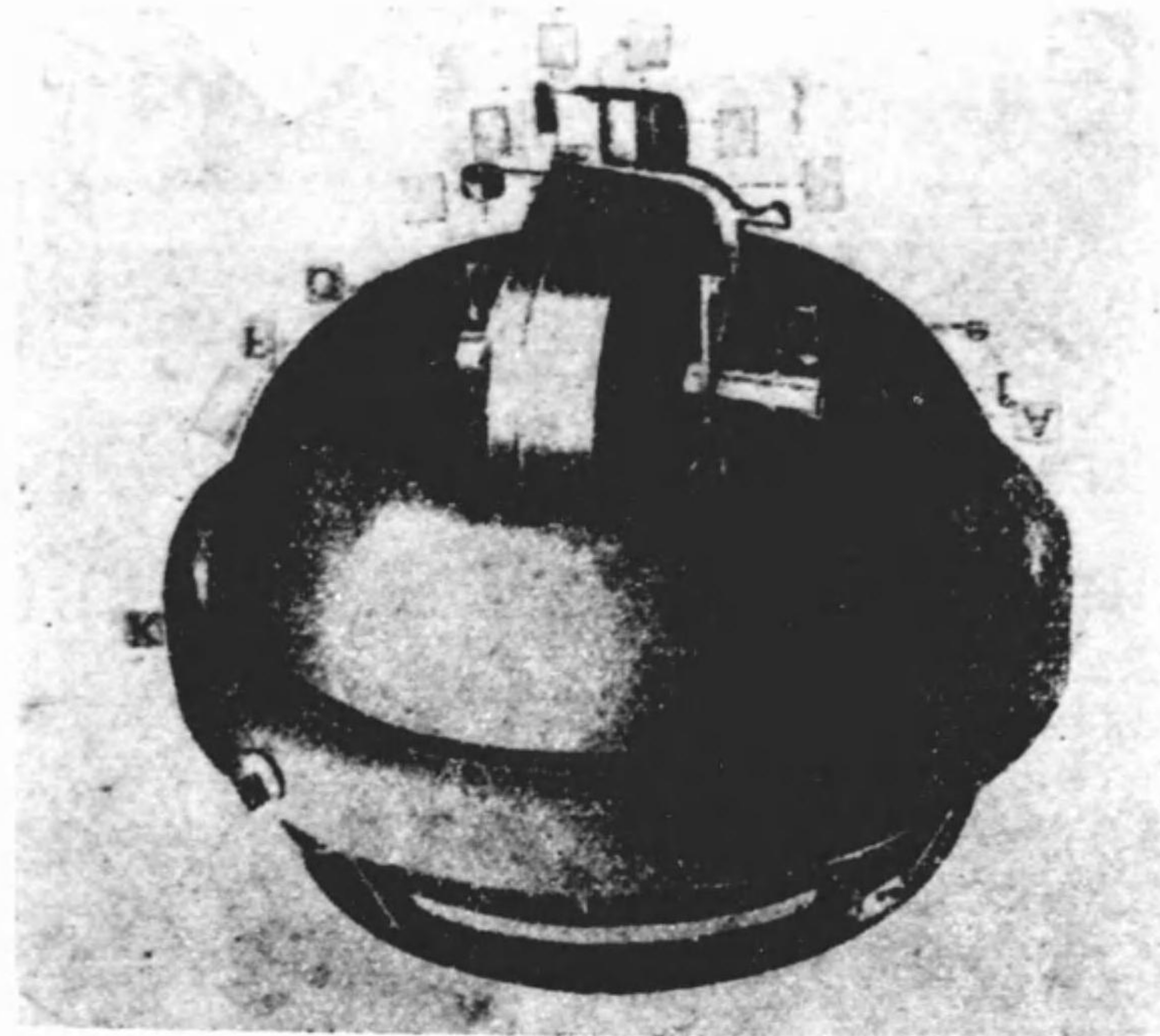
數學者、物理學者として有名なニュートン Isaac Newton は1642年12月25日英國リンコルン州の一寒村に生れた。其の生前に父を失ひ、祖父の養育の下に成長した。十二歳の時から藥劑師の下に寄食してグランサム公立學校に通學を始めたが、學を勵むことなく常に末位の方にその席次があつた。たまたま一級友の侮辱を受けて發奮し遂に全級の牛耳を執るに至つたといふ。

爾來電勉撓むことなく、専ら機械の思索に耽り、風車、水時計、日時計等の工夫に餘念なく、又紙鳶に提灯を附して高く揚げ、時人を彗星の出現として驚かせたこともある。



袋から支柱を下げ、それに軸を水平に保ちながら廻轉するジャイロスコープをつけ、浮袋及び支柱と共に柱を軸とした垂直面内にも廻轉し得る如くしたものをつくり上げました。

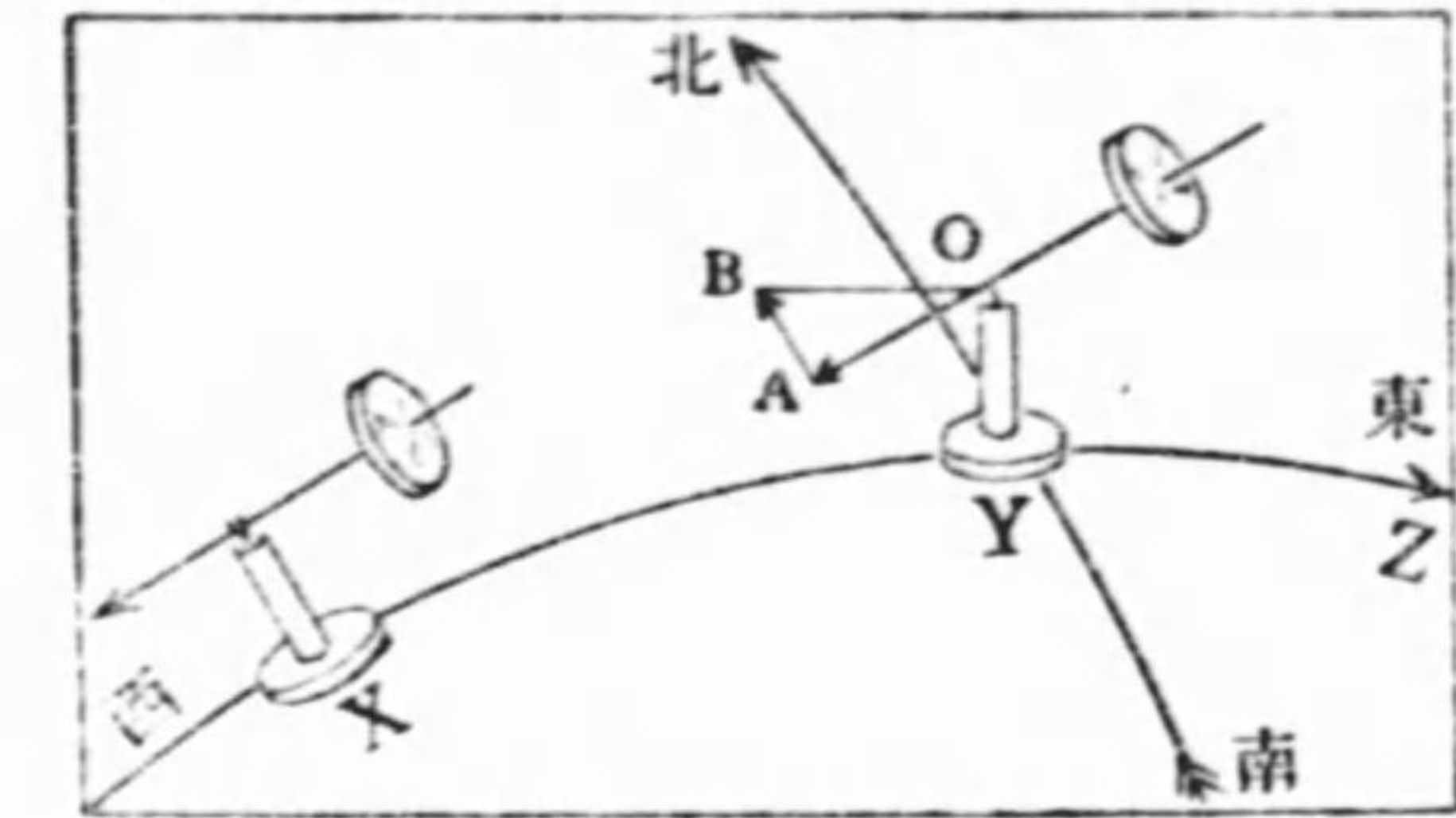
本器は主として獨逸海軍に利用せられてをるもので、我が國でも軍艦金剛にはこの型のものを備へてをるとの事であります。下の挿繪はこの断面圖と外觀とを示したものであります。



ジャイロコンパスの外觀とその要部の構造

A 廻轉部被覆, B 浮囊, F, F' 廻轉軸, G 廻轉部, H 透明板, K 水銀池外槽, M 水銀池, O, O' 油壺, R 方位板 南北の線は廻轉體の廻轉軸の直上にあつて之と平行してをる) ST 給電用分岐幹

(2) 指導説話法。詳しく言へば程がありませんが、ジャイロコンパスの軸が南北を指さない時は、地球の自轉につれて東の方が上方に揚げられる關係になりそこでプレセツションを起します。



そのプレセツションで上方に揚げる方向即ち鉛直の方向に對して直角な方向の運動を起します。そしてその軸が丁度南北を指すやうになつてからは地球の自轉がこのやうな影響をジャイロの軸に與へませんからプレセツションも起らずその方向即ち南北の方向を指し續けます。

勿論そのやうになるまでに幾回か西に行き過ぎ、東に戻り過ぎ致します。軍艦などでは廻轉を始めてから丁度正北を指すまでに約2時間半かゝるやうであります。

頁 節  
170 140 萬有引力。

(I) ニュートンの人物及びその偉業。

(生徒の解し得る程度のもの許りを話題に採ること)。

數學者、物理學者として有名なニュートン Isaac Newton は1642年12月25日英國リンコルン州の一寒村に生れた。其の生前に父を失ひ、祖父の養育の下に成長した。十二歳の時から藥劑師の下に寄食してグランサム公立學校に通學を始めたが、學を勵むことなく常に末位の方にその席次があつた。たまたま一級友の侮辱を受けて發奮し遂に全級の牛耳を執るに至つたといふ。

爾來電勉撓むことなく、専ら機械の思索に耽り、風車、水時計、日時計等の工夫に餘念なく、又紙鳶に提灯を附して高く揚げ、時人を彗星の出現として驚かせたこともある。



十五歳の時農業の手助のため一時學を退いたが再びグランサム校に入り、次いでケンブリッジのツリニチー大學に進み、1665年その業を終へてバチエラー・オブ・アーツの稱號を得た。この間デカルト、シユータン、オートレツド等の數學、物理學書を研究して高等數學に對する興味を感ずるやうになつたとの事である。

其の後に於ける偉業を列擧して見ると。

1665年 微分學に關する思想を筆にし又重力の法則を考察した。

1666年 プリズム並にレンズを使つて光の分散の實驗を試み之に成功した。

1668年 反射望遠鏡を發明した。この年博士號（マスター・オブ・アーツ）を受けた。

1669年 同大學で數學、天文學、光學、重學等の教授を擔當することとなり光の組成、虹の理論等を闡明した。

1679年 フック及びハイゲンスと論争する所があつた。

1684年 萬有引力の定律を世に公けにした。

之はニュートンが19歳の初夏大學が赤痢病流行の故を以て一時閉鎖されたため歸郷して居た際、庭木より林檎の落ちたのを見て着想したものが萬有引力研究の動機として傳へられてをる。

1694年 造幣局監督長官となつた。

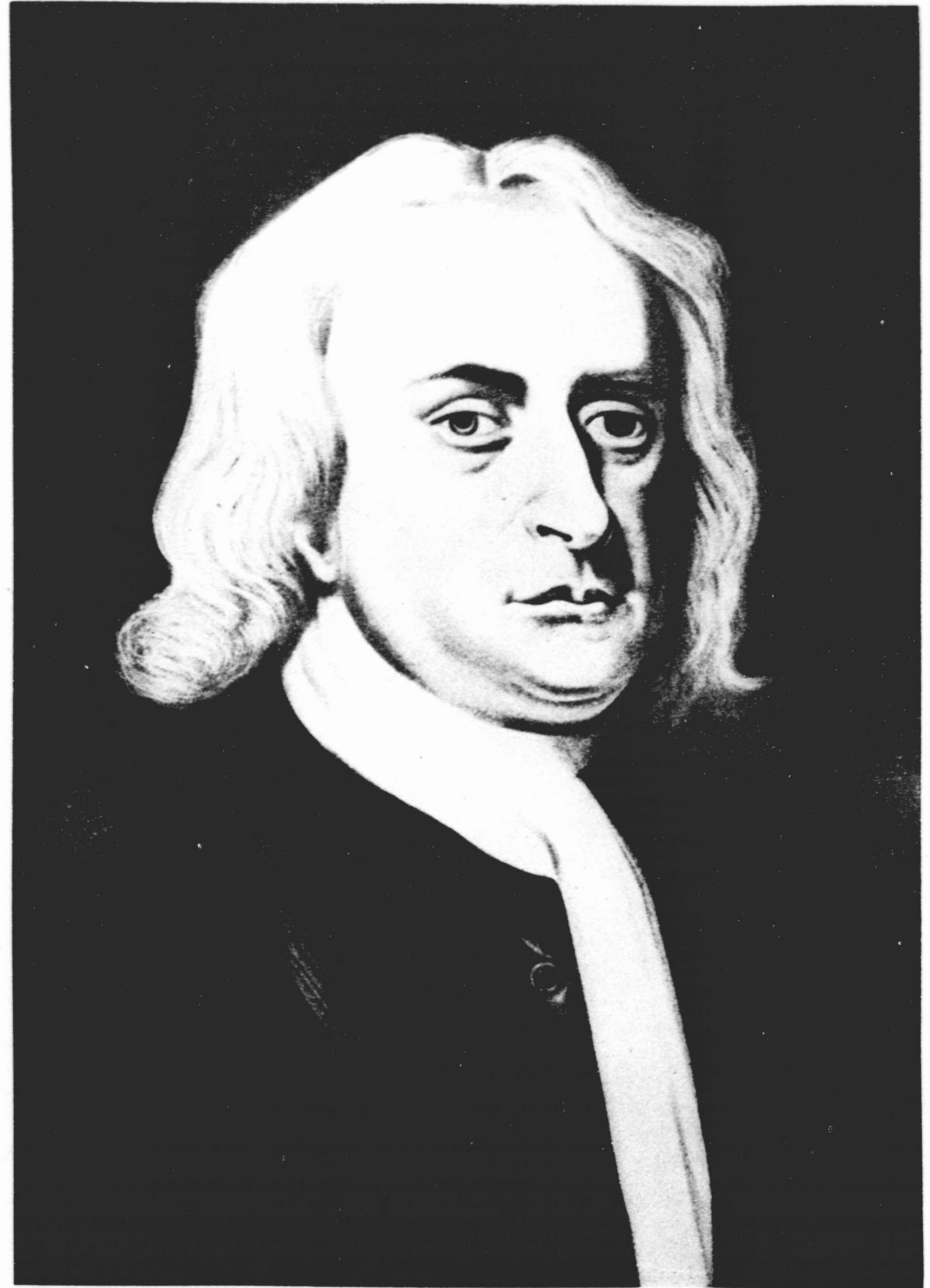
1697年 有名なるプリンシピアを刊行した。

本書は空前の傑作で、運動力學の一般を盡し、天體諸星の運行を論じ、萬有引力の法則を確定したもので、かの有名なラプラスも「人智による産物中最も卓絶せるもの」と嗟嘆したとのことである。

1701年 寒暖計を作り水の氷點を零度とし、健康體の體温を12度、水の沸騰點を34度とした。

1703年 皇立協會の會頭となつた。（永く其の職をつとめた）。





Sir Isaac Newton (1642←→1727)

(萬有引力の発見者 ニュートン)



1705年 ケンブリッジ大学でナイトの學位を授けられた。

1727年 3月20日85歳の高齡を以て逝去した。

ニュートンは誠實恭謙少しも邊幅を修めず。常に磨滅せる靴を穿ち頭髮に櫛を入れることすら頗る稀であつたといふ。

又その洪大な偉業に對しても少しも傲ることなく、晩年其の事業を反省して「世界から余は如何に見えるか知らぬが、余自らには恰も濱邊に遊んで普通のものよりも滑かな小石や、少し綺麗な貝を拾ふ一小兒の行爲に類すると思ふ。眞理の大海は未發見の儘で眼前に横はつてをるではないか」といつたといふ。

## (II) 教授要項。

(A) 以上の史實を背景として萬有引力の定律を授け  $F = K \frac{MM'}{r^2}$  で纏めた上、之を磁力、電力等と對照しその異同を比較させます。

(B) 重力がその一種なることに及びます。

## (III) 添加資料。(具體例よりKの大體の値を知らしめること)。

(A) 具體例。10瓦と10瓦とのものが10極を隔てて引き合ふ萬有引力は6.6瓦の重さに相當するものであります。

$$\left. \begin{array}{l} M = M' = 1 \text{瓦} \\ r = 1 \text{極} \end{array} \right\} \text{とすると } F = 0.000000066 \text{ 瓦の重さになります。}$$

(B) 地球と地上の物體とは地球の半徑をその中心間に隔てて1瓦のものは1瓦の重さ(980ダイン)の力で引き合つてをるのでありますから、之から逆に地球の質量を求めることが出来ます。

$$\begin{aligned} F &= K \frac{MM'}{r^2} \\ \therefore 980 &= 6.7 \times 10^{-3} \times \frac{1 \times M}{(6.4 \times 10^{-8})^2} \\ \therefore M &= 6 \times 10^{27} \text{(瓦)} \\ M &= 6 \times 10^{24} \text{(瓦)} \end{aligned}$$



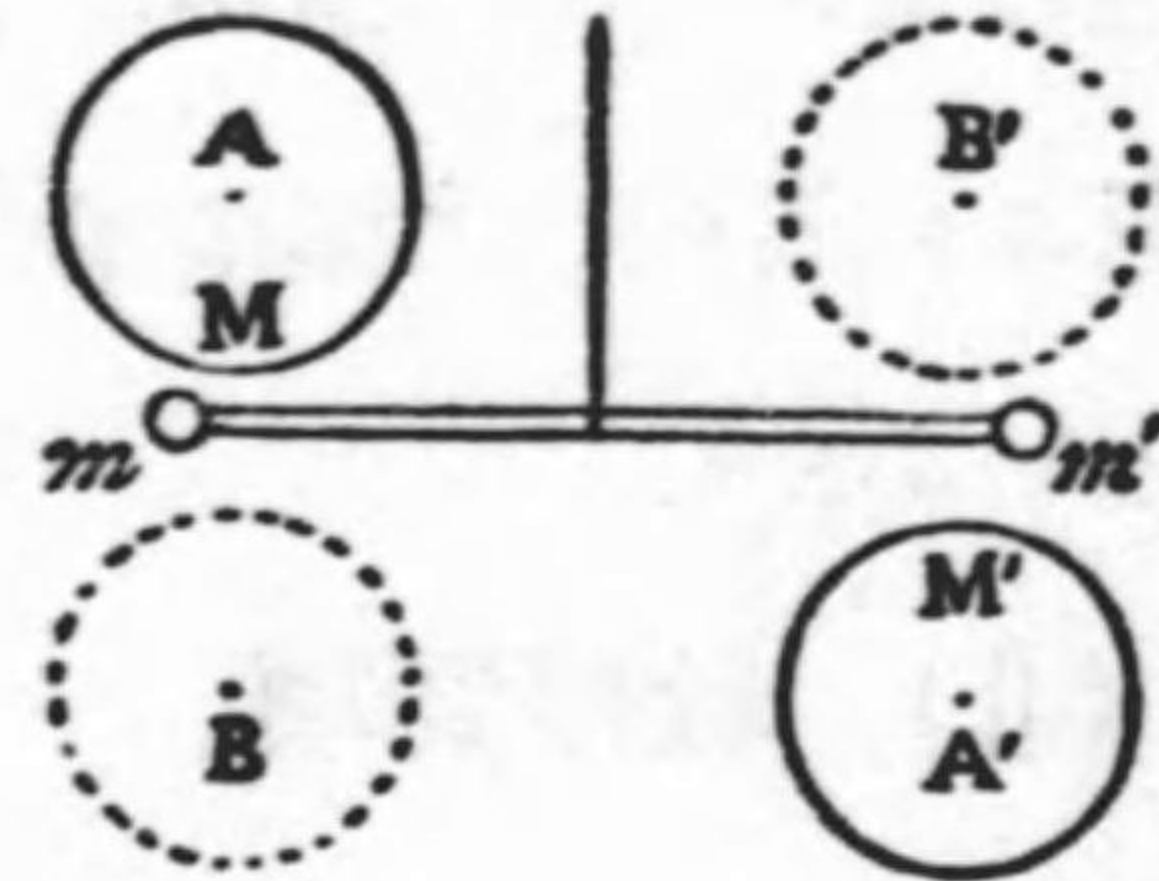
かくして求めた地球の質量は6億年の1億倍の1億倍即ち  $6 \times 10^{24}$  吨になります。

(注意) 正しく  $K$  を求めると  $K = 6.7 \times 10^{-8}$  であります。

(C) 萬有引力の測定につき。Cavendish は1798年徑2吋の鉛球  $m, m'$  を長さ6呎の棒の両端につけ、其の中点を上から吊した銀線で支へその静止を待つて、突然大質量の鉛球  $M, M'$  を  $A, A'$  の所に持ち來して  $m, m'$  を引かして、その廻轉を起させ、それを舊位に引き戻すことによつてその間の力を求めました。

之が名高い振れ秤の實驗であります。是から求めた  $K$  と、 $M, M'$  を  $B, B'$  の位置に置いて測つた時の  $K$  とを平均して今日の  $K$  に近いものを得ました。

其の後水晶絲の振れ秤を用ひ、又色々この方法を改良したものが幾多の人によつて試みられました。



## 第五章 運動に對する抵抗

頁 節  
142 142 摩 擦。

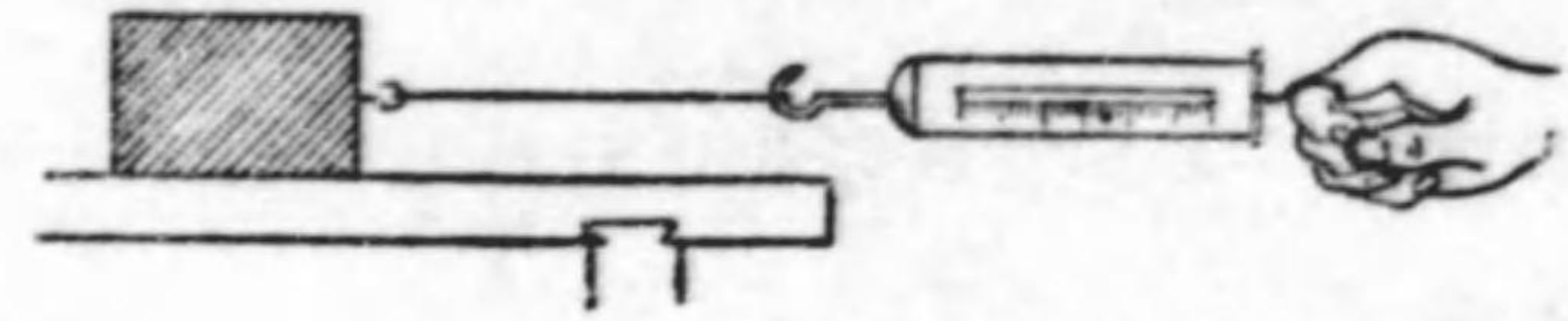
### (I) 教授要項。

(A) 摩擦力の存在を明かにすること。永久に等速運動を續くべき管の運動體が、次第にその速度を減じて遂に静止し、又力を受けると運動を始むべき管の物體が力の値が小さい間は動かないなど矛盾する事項が、力と物體の運動に關して尠なからず見出されます。

是は物體の接觸面に沿うて、その運動を妨げる力即ち摩擦力の生成するためであります。

(B) 實驗的の認め方。教科書所載のもの(下圖)の如くゼンマイ秤を併用する實驗がよいと思ひます。

(C) 最大摩擦力を定義しモラン(Morin)の定律を知らしめます。



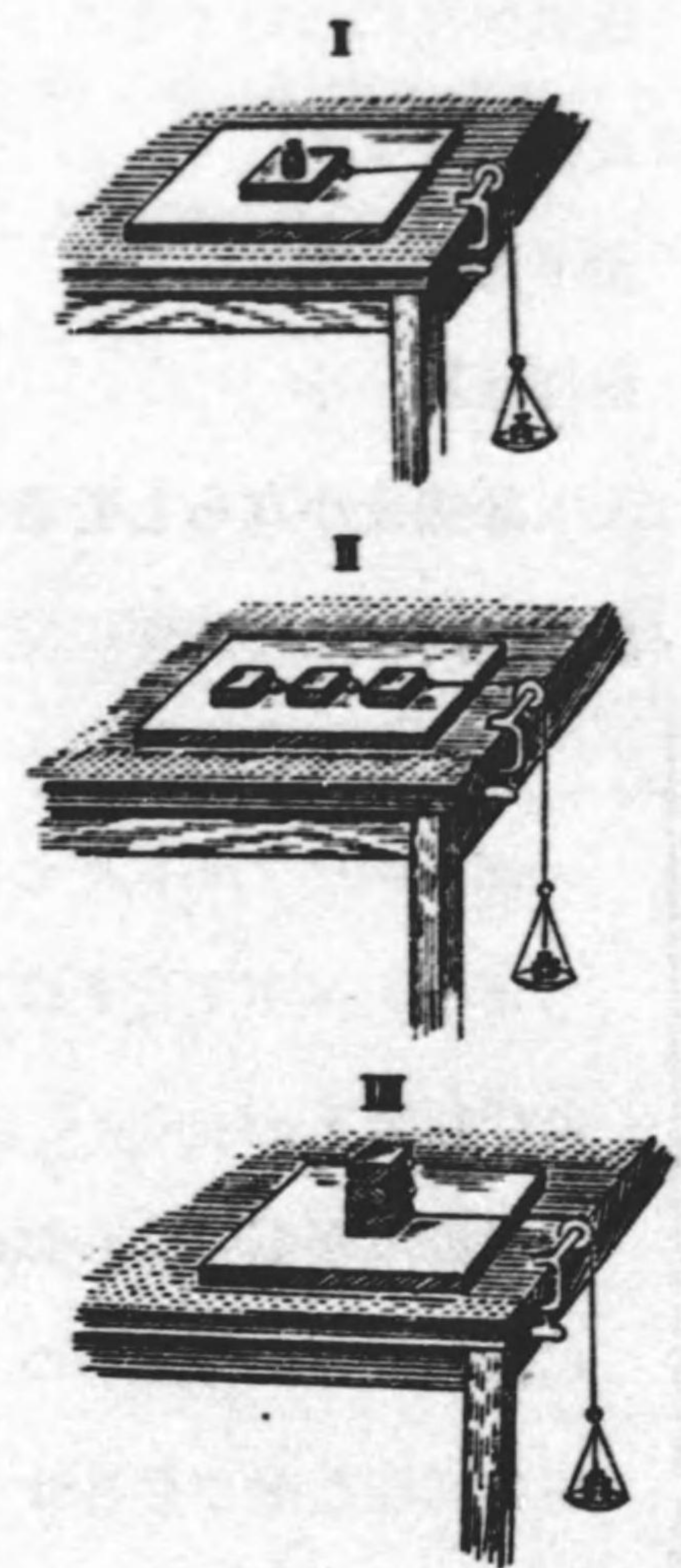
右圖の(I)は最大摩擦がその直壓力に正比例することを檢べる實驗であります。板の下面を一定としその上に分銅を載せて直壓力を變じます。

(I)と(II)は全體の直壓力は等しく、その接觸面が變じ得るやうにしてあります。之によつて(I)と(II)とで少しもその摩擦に變りがないことがわかります。

(D) 最大摩擦力の實驗的見出し方。接觸面の何れか一方に斜面用金具及びそれに滑車を取付け、他のものに絲をつけてその滑車に懸け絲の他端につけた秤皿に散彈を加へつゝ接觸面に或る傾斜を保たしめて上方に動き始める時の皿の散彈の重さを測る。

次にその散彈を減じて下方に動き始める時の重さを見、その差を切半すればよい譯であります。

(E) 摩擦係數に關する教授。摩擦係數を最大摩擦力と全壓力との比として授けます場合に、生徒は全重量と思つてしまつて困ります。摩擦を生ずる面が水平な場合には全壓力は全重量と一致しますが、傾斜面であればその面への垂直分力が全壓力になるのでありますから、その點を充分に理解させることが必要であります。





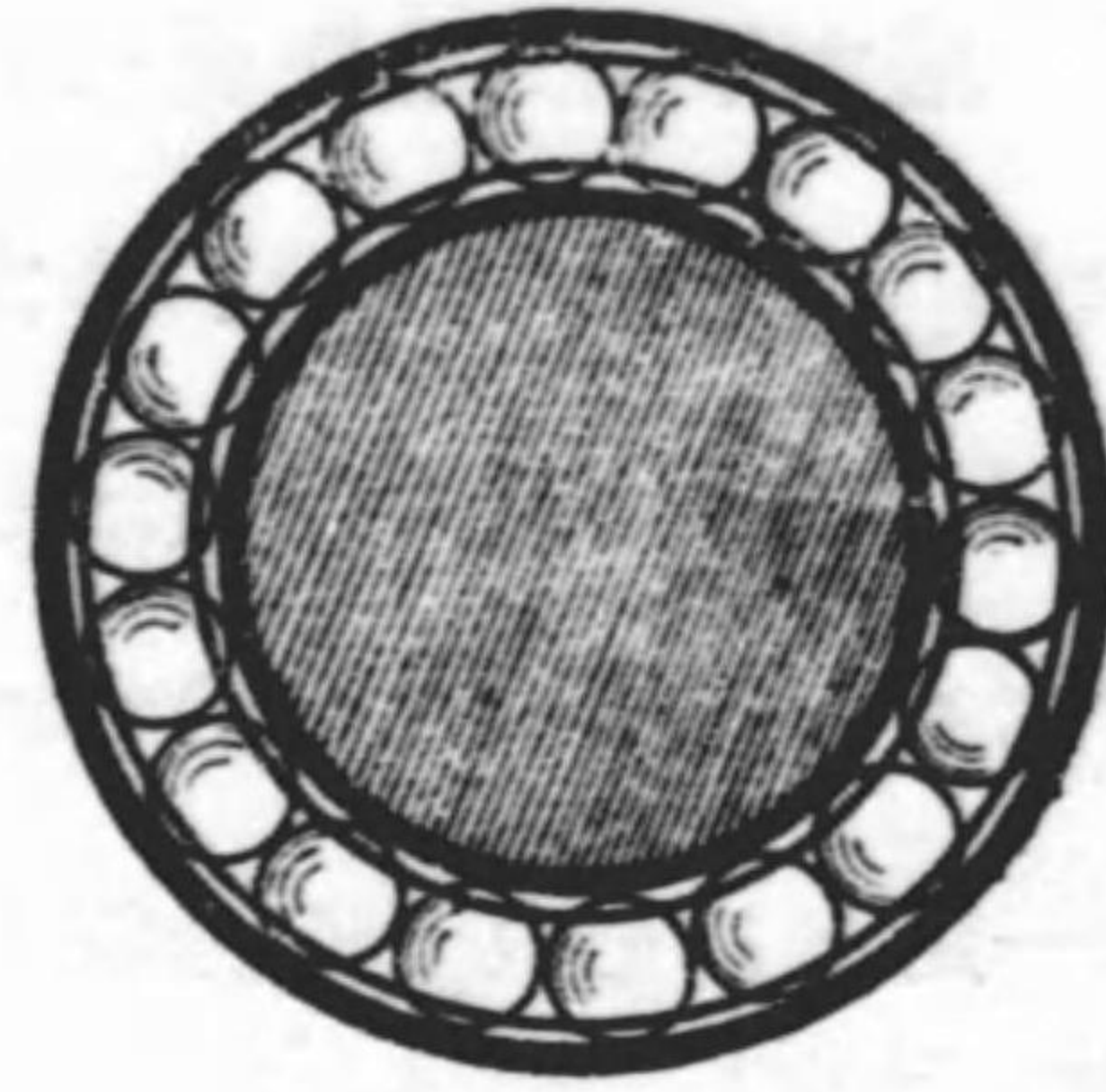
$$n = \frac{F}{W}$$

(F) 運動の摩擦につき。運動の摩擦が最大摩擦に比して小なることを前記の實驗により最大摩擦と比較して知らしめます。

運動摩擦について更に下記の如く分類して比較します。

滑り摩擦 大

廻轉摩擦 小



(G) 摩擦を小ならしむる方法。

滑り摩擦を廻轉摩擦に変ずる方法。

コロを入れる例

ボールベアリングを加へる例 (自轉車等)

ボールベアリングは球軸承

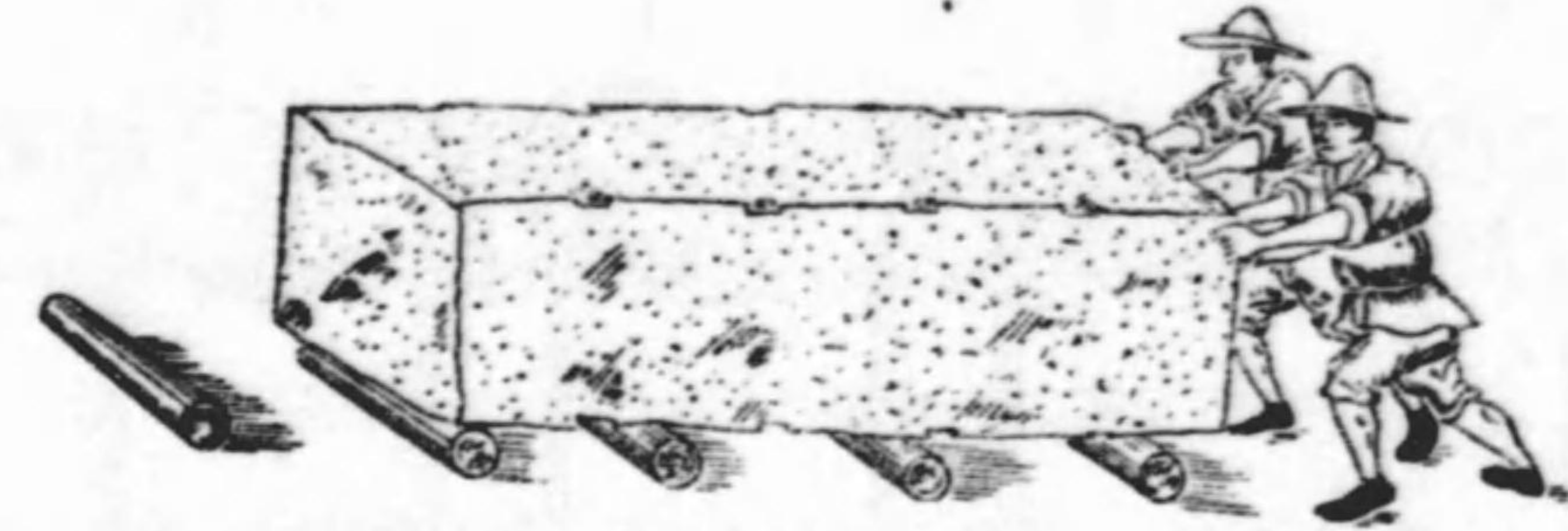
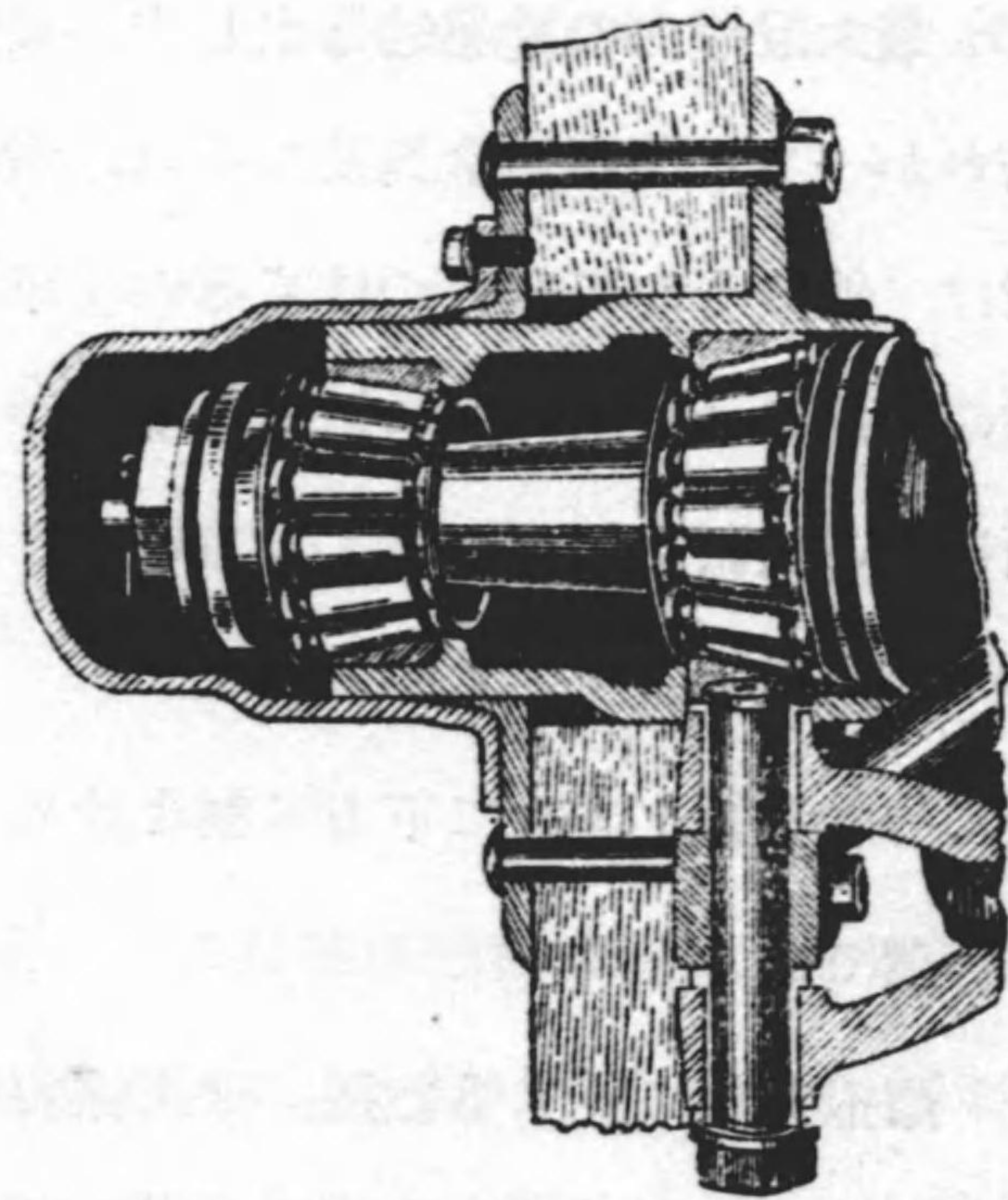
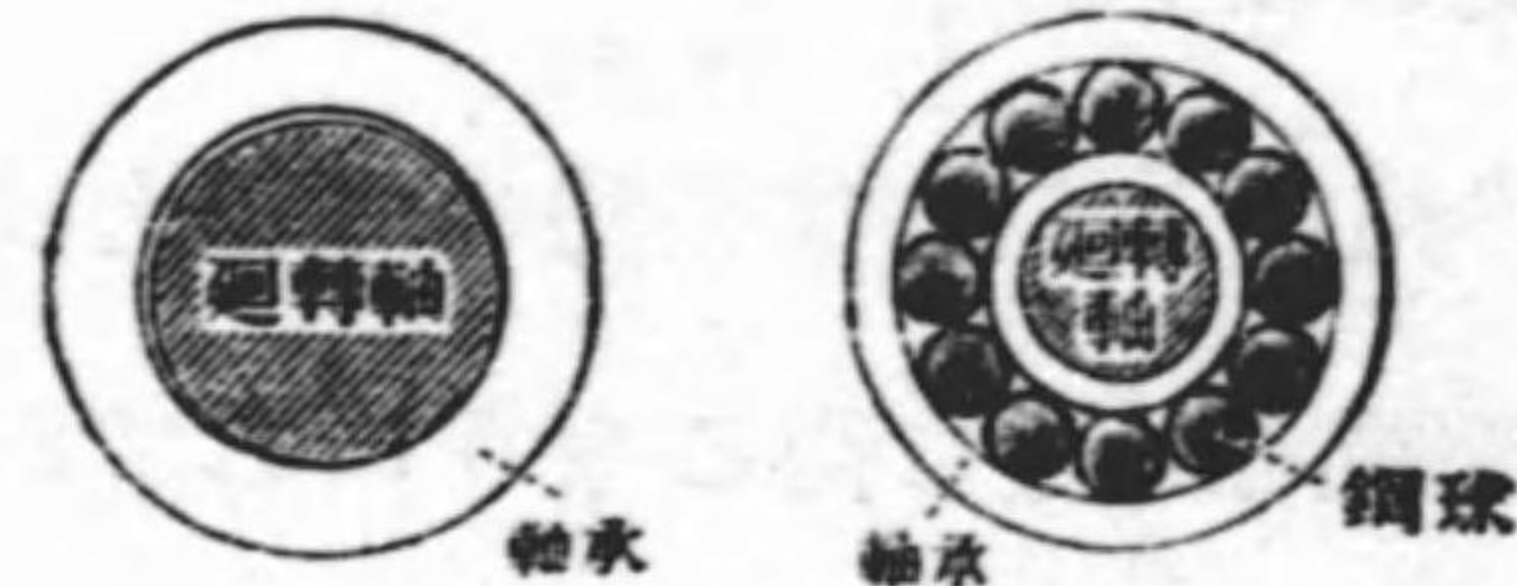
と呼びます。

自動車などでは右圖のやうに球の代りに圓筒形のものを用ひ同様な働きをさせます。

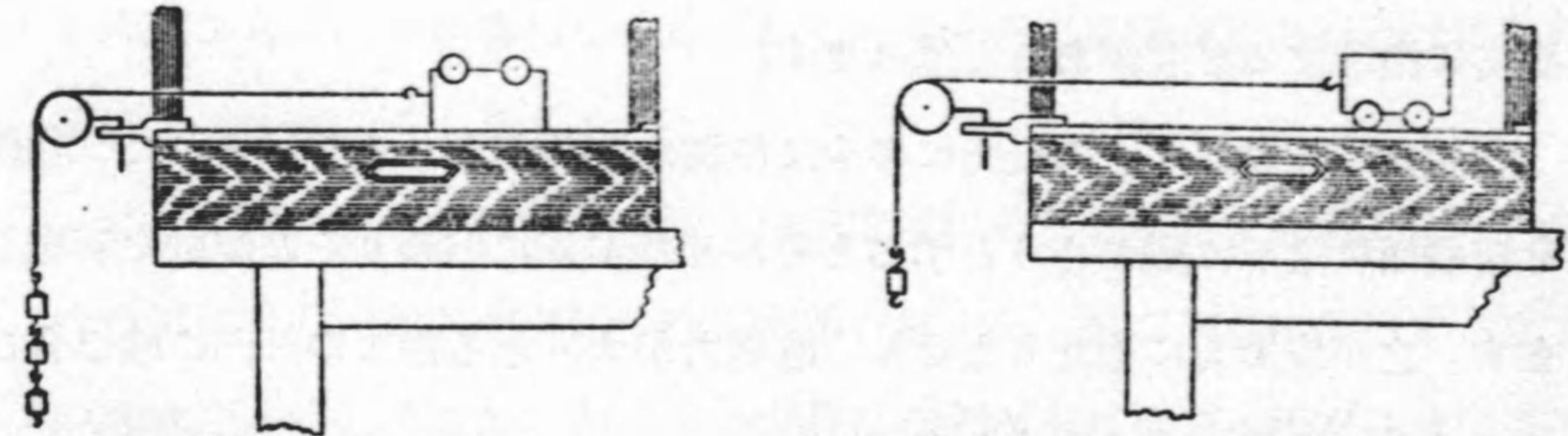
蓋しその上にかゝる力が大なるためそれに耐へしめるべく丈夫ならしめたものであります。

滑劑の利用。油・石墨其の他が

用ひられますが之は摩擦を減ずることと接觸部の摩滅を防ぐこととの兩目的をもつてをります。



(H) 廻轉摩擦と滑り摩擦とを比較する實驗。前出力學一般實驗器により次圖の如く廻轉車を反轉して使用します。さうすると左方では滑り摩擦の大きさが見られ、右方では廻轉摩擦の大きさが見られます。



(I) 摩擦の利用。摩擦は運動を妨げる點からは之を避ける工夫を要するが、運動を制御し防止する場合には大いに利用すべきであります。

(例) ベルトで車輪の廻轉を助勢すること。

螺旋や釘で固體を堅固に結合すること。

汽車、電車等のブレーキ。

足と地面との摩擦で吾人は歩行し得られます。

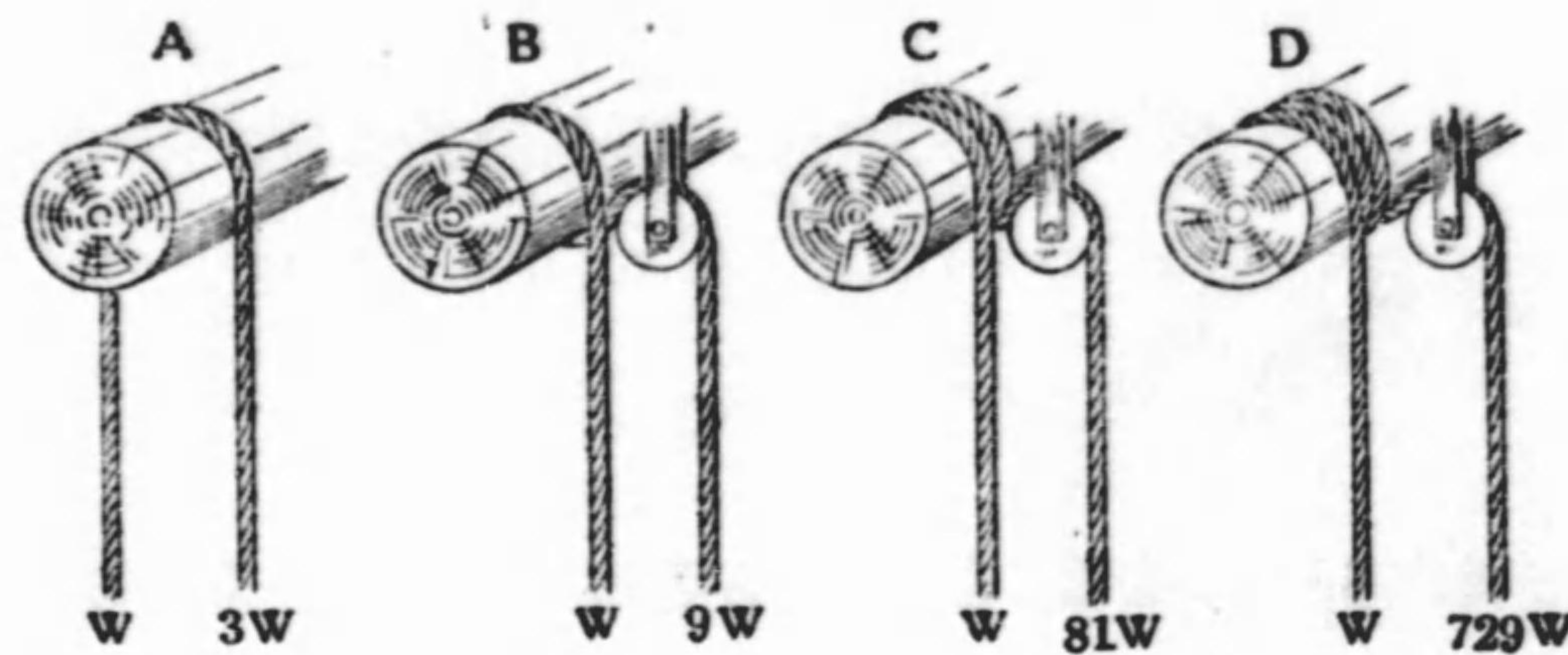
手と物體との摩擦で人は物を把持し得られます。

之は採逆的に摩擦がないものとして考察せしめる方がその利益を徹底的に認めしめる上からは有効であります。

運動防止の上に摩擦が如何に役立つかは次の實驗がよく之を立證致します。

摩擦がないと帯は鰻の如くで結ぶことが出来ず、釘とか螺旋とか、楔等は皆抜け出し、人は歩行は固より、起居動作の凡てが出来なくなります。





(II) 添加資料。

摩擦の原因。生徒はよく摩擦の原因を知らんとして質問を致します。之は適當に指導する必要があると思ひます。

如何なる物體でもその表面に多少は微細な凹凸があります。それで二物體を接觸面に沿うて動かさうとするとその凹凸が互に引懸りその運動を邪魔します。之が摩擦力に他なりません。直壓力が大となる程この凹凸の喰ひ合ひが強くなつて摩擦力も増大します。

又廻轉の場合にはこの凹凸が恰も二つの齒車の如く喰ひ合ひますから、その運動を妨害することが餘程少ない譯になります。

(III) 問題の取扱。

144頁 問.  $n = \frac{F}{W}$  による。  $\frac{1}{2} = \frac{F}{5\text{疋}}$   $\therefore F = 2.5\text{疋重}$

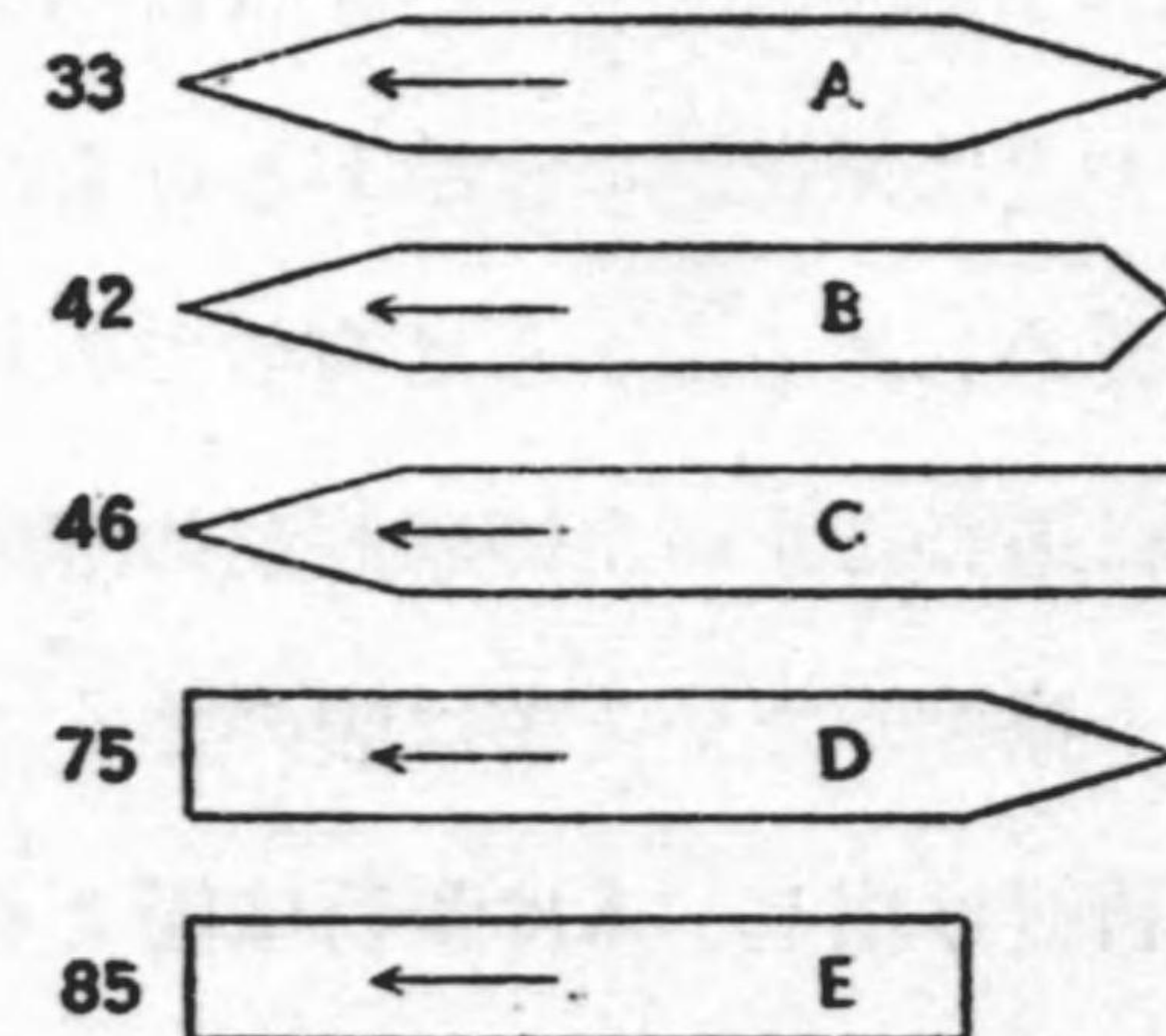
水平に動かすのであるからこの摩擦力に打ち勝てばよく 2.5 疋重の力でよい譯になります。

頁 節  
144 143 流體の抵抗。

授教要項

(A) 摩擦の復習。

(B) 抵抗の意義を明かにし、抵抗力につき知らしめる。



(C) 抵抗力の大きさ。

- (1) 衝突面積 (= 運動方向に直角な物體の最大切断面積) に正比例する。
- (2) 速度 遅い運動では速度に正比例するが  
速かに運動する場合には速度の自乗に正比例する。
- (3) 形状、表面の模様形状 等で大差がある。(前圖参照)

(D) 上昇體、落體の等速運動に關し説話すること。

(1) 風船球を上昇せしめるとその始めは一種の加速度を以て上進するが、その速度の増加につれてそれに作用する空氣の抵抗が増大し、浮力は遂にその重さとこの和に等しくなる。かくなるとその風船球はそれまでに得た速度で等速的に上昇する。

(2) 雨滴が重力の作用を受けて加速度運動をなし落下する場合には空氣の抵抗はその速度の増加につれて次第に増大し、遂にそれに作用する重力の大きさと等しくなる。かくなつた後は雨滴はそれまでに得た速度で等速的に落下を続ける。普通にかくなる時の雨滴の速度は約10秒米である。羽毛、綿、塵埃等はその質量に比し面積が大きいから少しく速度を増すと直ちに等速的になる。

(E) 以上の應用的の見地から汽船や、軍艦の全速力に關し説話すること。

船、艦に於ても速かに之を動かすとそれに加はる水の抵抗はその速度と共に増加し、或る速度に達する時はその推進力と抵抗とが等しくなり、それまでに得た速度で等速度運動を続けるやうになる。それからは推進力を幾ら増しても抵抗が増すから速度は増さなくなります。かゝる場合の速度を船艦の全速力といひます。

頁 節  
145 144 舵及び推進機。

(I) 教授要項。



(A) 要旨。液體の抵抗を利用する應用装置として舵、並に推進機の構造作用を説明すること。

(B) 舵。舵は船の後部兩側の抵抗を不平等にしてその抵抗を利用する装置で、船首が曲らうとする側の後部に抵抗を増すやうに運用するものであります。

277 圖を利用して教科書の本文と對照しつゝ、轉向し得る次第を説明すること。

(C) 推進機。一定方向に稍、扱れた翼の構造が何故に廻轉で水を押し得るかを278 圖及び實驗で説明すること。

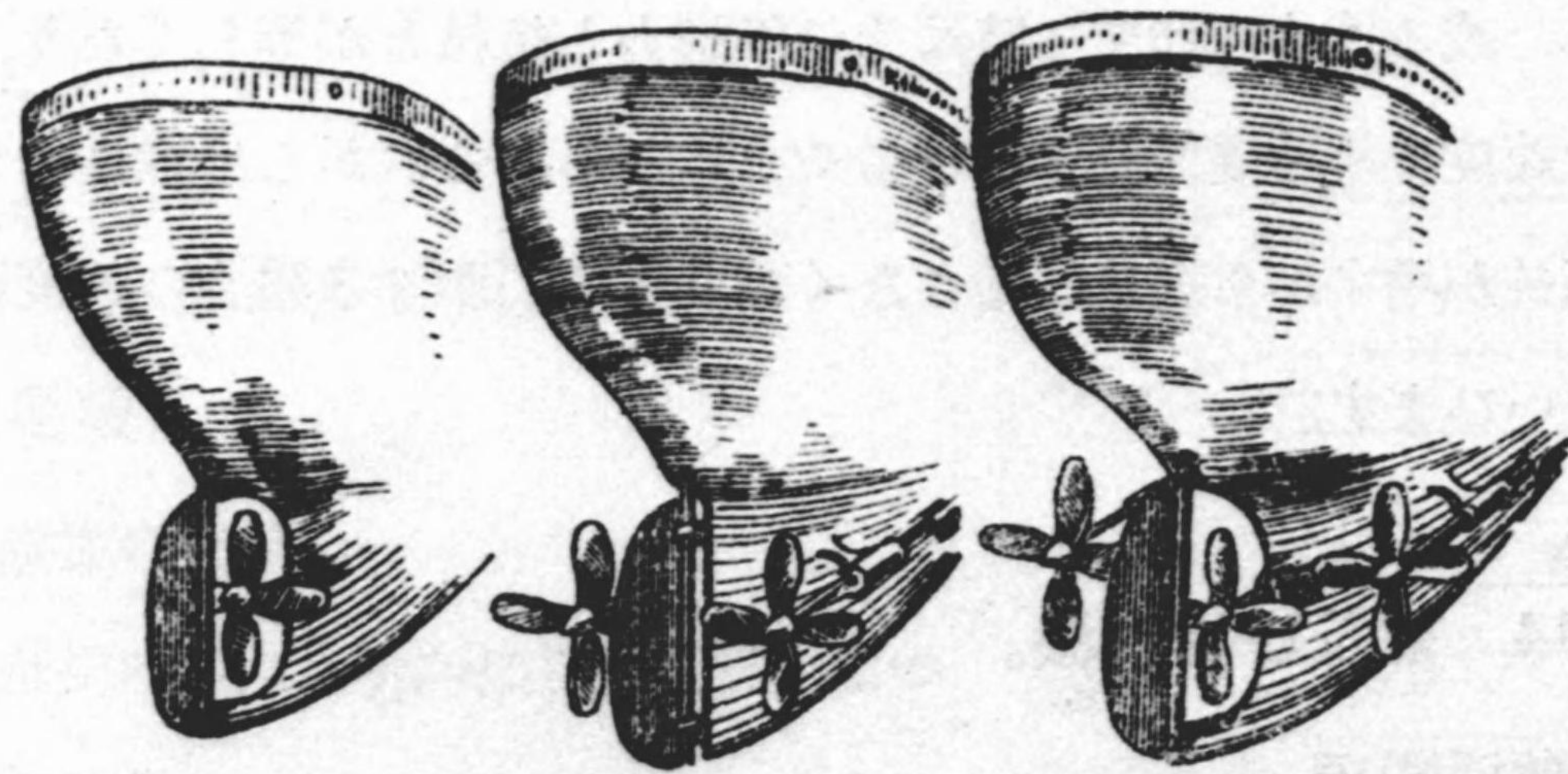
278 圖の分力(OA)が推進力となることの説明。

扇風器を利用する實驗。一所に固定した推進機を廻すと風又は水を動かす。それを動き得るやうにすると自分もその反作用で運動が出来る。

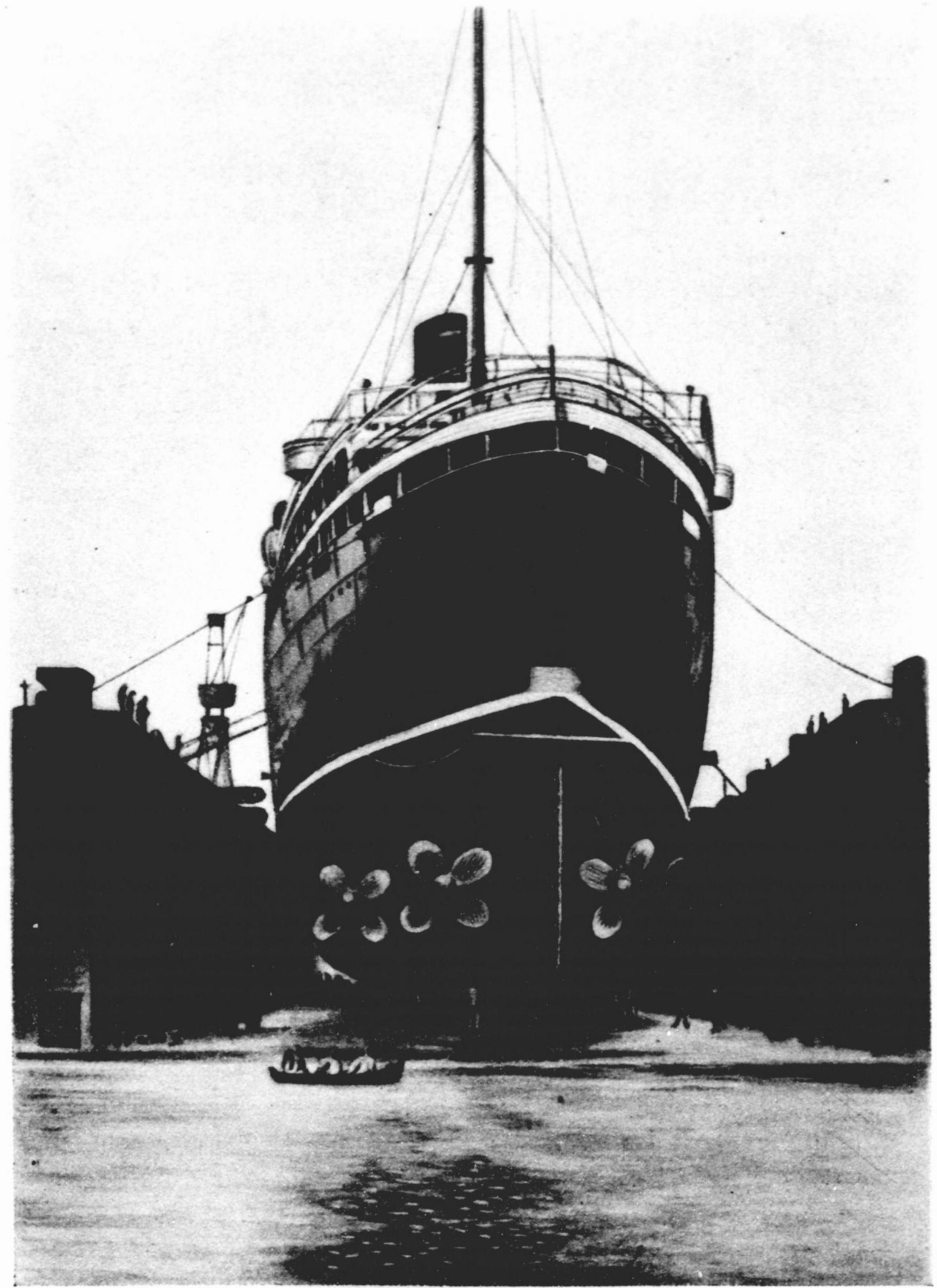
元來推進機とは前進物體の後部から之を押し進める即ちプロペルする意味を有するもので (Propeller) と呼ばれてをります。故に飛行機の或る種のものに於ける如く、之を前方に取付ける場合には牽引機 (Tractor) といふべきであります。

然しその構造に於ても作用に於ても全く同様であります。

この推進作用の説明に次の如き方法もあります。







浮船渠に入渠中の大船の後部を示す



「推進機はその廻轉で空中に螺旋孔を穿ちながら前進する螺子である」。

(D) 船體後部の要機。教科書の挿繪を利用して推進機、舵の位置及び作用を説明すること。

## (II) 問題の取扱。

145頁 問. 扇風機の廻轉翼はそれで空気を押し、空気はその作用として翼を押します。然し扇風機は固定して動かないから押された空気が風となつて動きます。

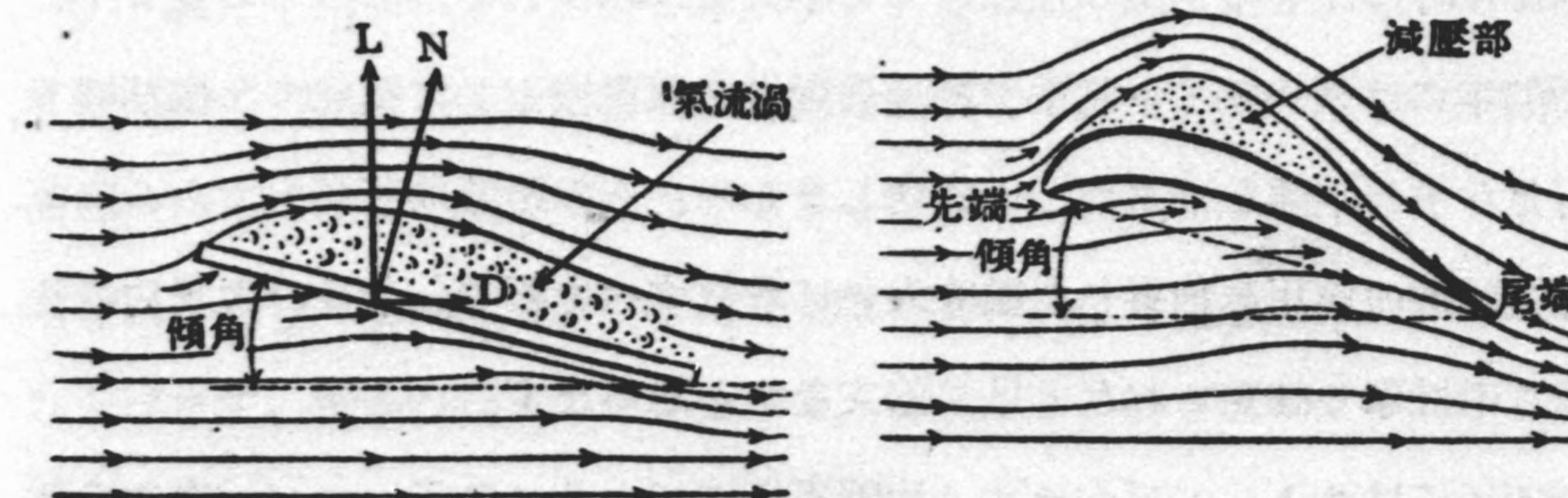
同様に船の推進機は水を押し、水はその反作用で推進機を押します。推進機は水を押しただけで受けるこの反作用を船へ傳へ、船を水を押しした反対側に進ませます。

頁 節  
146 145 風 壓。

### 教授要項。

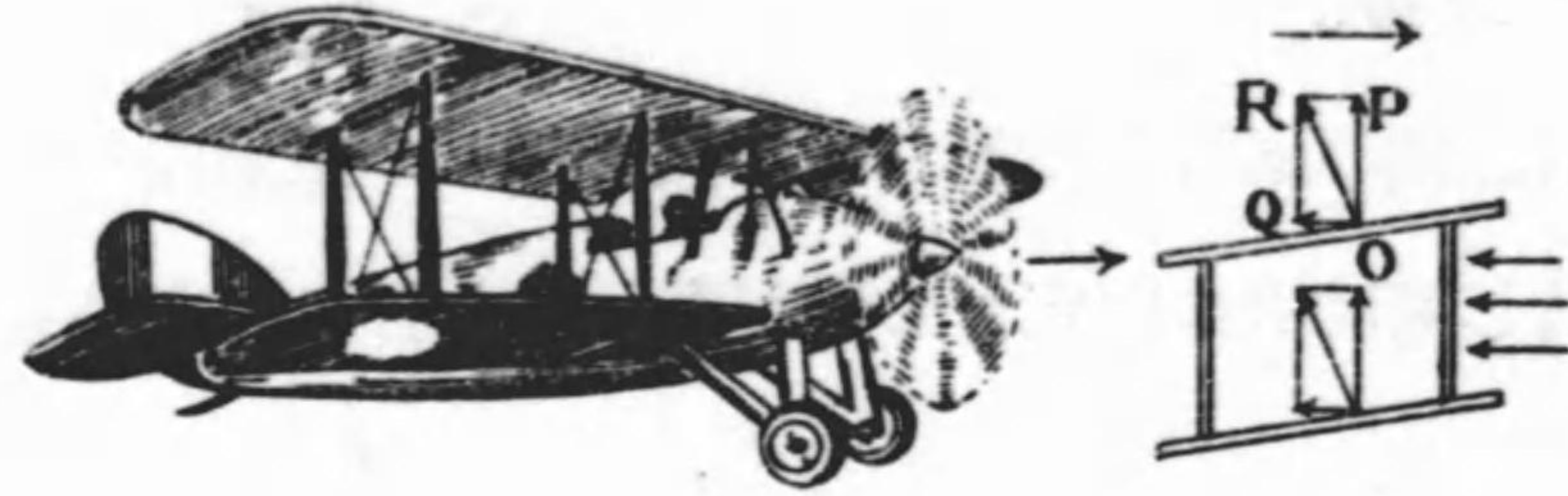
(A) 風壓の作用の説明。AB面に衝る風はABに平行な分力OQで滑り、OQの方向に動くがABに直角な分力OPでAB面を斜上方に押し上げようとする。この壓力を風壓といひます。

風壓の現はすこの力はAB面の後方に氣流のために出来る眞空部の吸上げる作用（實驗の結果から見るとこの方が却つて強大）と合して面ABに働きます。





この浮揚面の後方に出来る真空部の吸揚力は浮揚面前端の彎曲度に著しく関係があります。飛行機などでは之が風壓による浮揚力の3倍もの力を出すとのことであります。



(B) 浮揚力, 抗進力, 重力, 前進力。CD面を進行的の面と見てそのOに作用する以上諸力の作用分力, 結果等を説明すること。

この作用点異なる場合の安定の関係は時間の都合で取捨してよいと思ひます。

#### 頁 節 147 146 飛行機。

##### 教授要項。

(A) 發達史。羅馬のネロ帝の時代に試みられた飛行機研究は時代の變遷につれ鳥とか凧とか, 竿トンボとかを基礎として考へられるやうになりました。然し自分でその機體を空中に浮かせることが容易な事ではなかつたので極く最近までは見るべき成功は示されなかつたやうであります。

1897年に佛人クレマン, アデルが蒸汽機關を原動機とせるもので300米許り飛んだ時にはその企圖の無謀なるを嘲笑した人すらあつたのであります。

1903年には米人ライト兄弟が輕油發動機を原動機として組立てた複葉機で1軒足らずの距離を飛ぶことに成功しました。その距離は甚だ小であつたが, 輕油發動機の適用を創案した點は大いに尊敬すべき事で, 今日の大成功の基礎はこの壯舉で確立されたと見て差支ないと思ひます。

1906年にはサトン, デュモン, 1907年にはモーリスファーマン, 次々に新

機軸を開く人々が現はれ, 1909年にはかの有名なブレリオが, 單葉式, トラクター(推進機の前方にあるもの)で英佛海峡を僅々37分間で横斷して時人を驚かせました。

1914年から1918年に渉る歐洲大戰に於ては飛行機は實に目覺しい活躍をして飛行船を顔色なからしめ, 同時に實用殊に各種軍事用方面への擴大と共にその製造方法に於ても一大進歩を遂げました。之が今日の平時になつても商用方面に發達し, 大なる搭載量と經濟的速度によつて迅速に輸送せらるゝため各國共定期航空路を開いてをります。又長距離飛行の速力の競技の行はれるため各國共機體の形狀や, 機關の機能の研究して益々發達してをります。

昭和九年末に於ける航空各種レコードを列挙して見ますと

	航空時間	航続距離	高度	速力
輕氣球	87時間(獨)	3052軒(獨)	19000米(米)	—
航空船	15時間(伊)	810軒(伊)	3080米(佛)	—
陸上飛行機	45時12分(佛)	8055軒(佛)	12442米(佛)	473.82時軒(米)
水上飛行機	28時36分(米)	7188軒(伊)	8980米(佛)	655.00時軒(英)
グライダー	36時30分	4600軒(佛)	4200軒佛	—
ヘリコプター	—	—	736米(佛)	—

##### (B) 飛行機の要部とその作用の説明。

(1) 翼。平板状のものが少くて, 多少上方に曲がりを見せてをりますのはこの前面に突き衝る氣流がその上下に分れ, その下面に廻つたものは翼の彎曲部のために速度を減じて壓力を増し, (翼を上を押し上げる作用をする) その背面に廻つたものは速度を増して上面を流れ, そこに真空を生じて翼を吸ひ上げます。實驗の結果から見ますと, この上面の真空部の吸ひ上げる力は, 下方から押し上げる力に3倍してをる譯になります。



即ち翼は機體を空中に浮かせる作用をします。

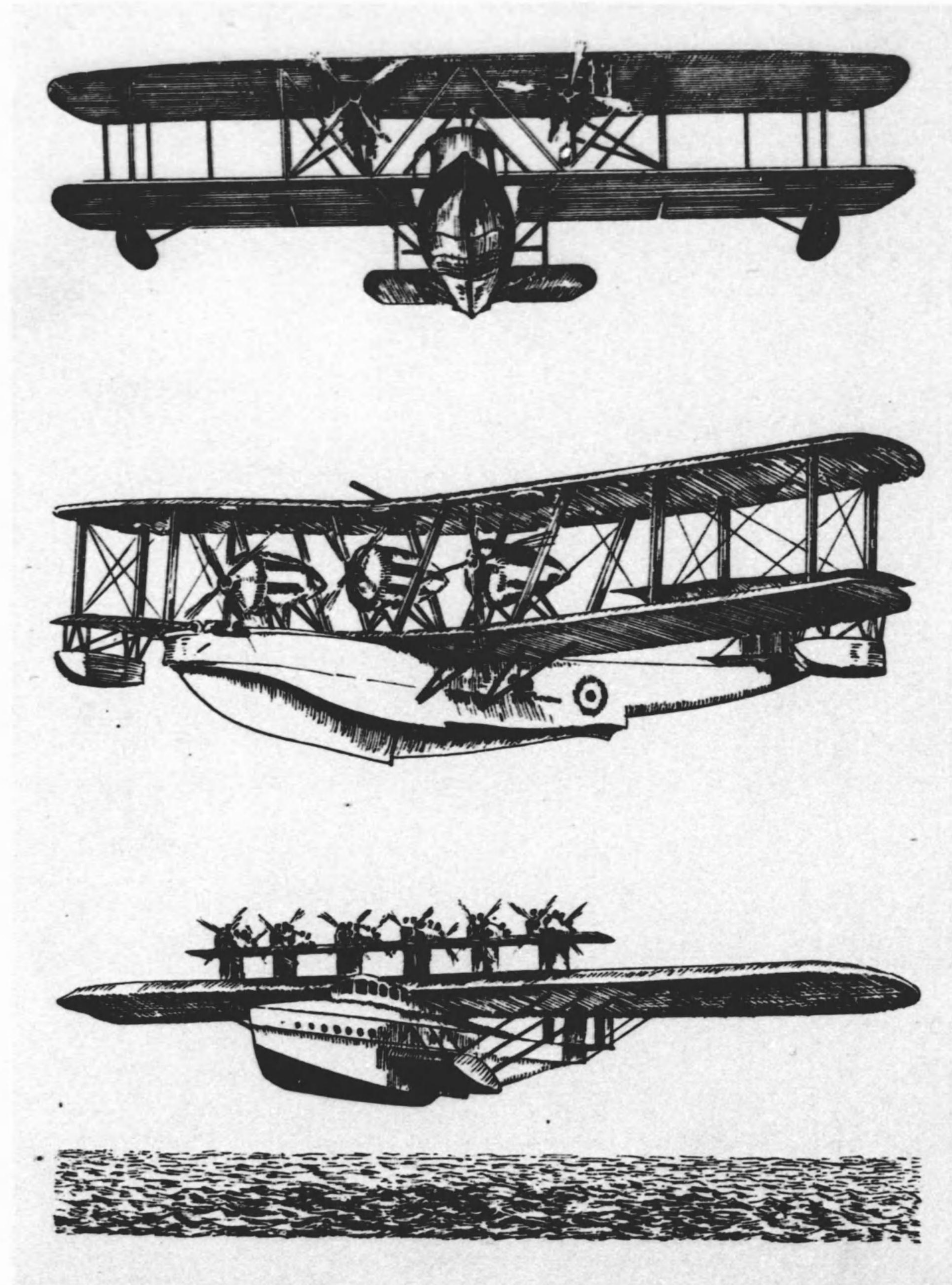
(2) **推進機**。前方に取付けた場合には之を牽引機(トラクター)といひ、後方に取付けた時に推進機(プロペラー)といひます。(プロペル)するとは後方から押し進める意味でありますので、後部の場合に限り用ふべきであります。今日では混用してをるやうに思はれます。共通の軸に取付けた数個の軽油發動機で交互に之を廻轉させて空気を斜に断りながら後方に押し送りその反作用で前進力をつくります。

場合によつては推進機、牽引機等は旋螺穴を空氣中に穿孔しながら進むものであると考へさせてもよいと思ひます。

(3) **垂直舵(方向舵)**。垂直舵は船の舵と同様に、飛行中方向を轉換する場合に用ひられます。舵を右に曲げると後部は左に押されて機首は右に廻向します。依つて方向舵と呼ぶことがあります。

(4) **水平舵(昇降舵)**。平常は水平に保たれる所からこの名があります。之を上方に曲げると後部が下方に押され、機首が上轉するので上向しますし、下方に下げると機首を下方に向け得られます。之を充分上方に引き上げた儘で推進機を働かせると宙返へりが出来ます。又之で左右の安定を加減することも出来ます。

(5) **機體**。以上四要部を連結して一體とし、統一的に作用せしめる綜合體となりますと共に、又操縦席、搭載物置場、兵器、爆彈等の格納所等ともなるもので、木質材料には「ベニヤ板」、「スパルース」、「アツシュ」等を用ひ、金属材料には成可く軽い物がよいので「ジュラルミン」(比重 $2.75 \leftarrow \rightarrow 2.85$ , 組成Al 93.2 $\leftarrow \rightarrow$ 95.5, Mg 0.5, Cu 3.5 $\leftarrow \rightarrow$ 5.5, Mn 0.5 $\leftarrow \rightarrow$ 0.8%)その他のアルミニウム、マグネシウムの合金が多く用ひられます。



各種の飛行艇



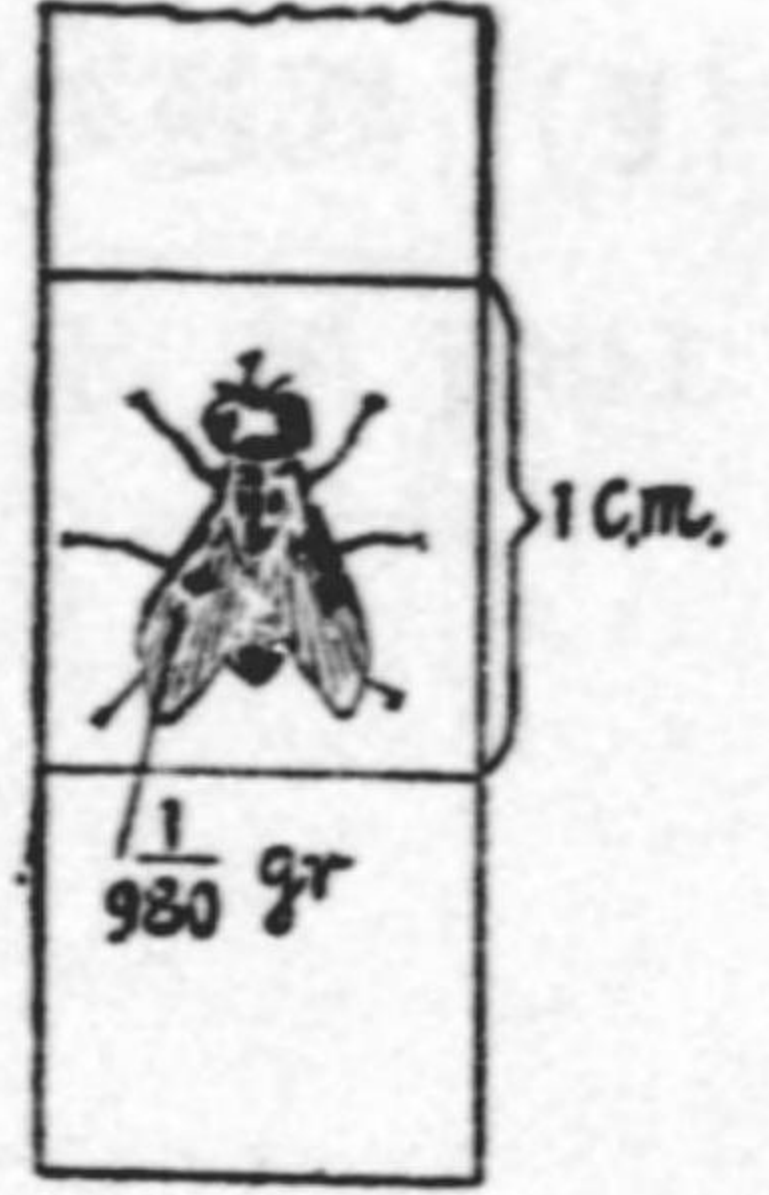
## 第六章 仕事及びエネルギー

頁 節  
148 147 仕事の単位。

### (I) 教授要項。

力の重力単位を用ふる場合 { 1 疋米  
1 呎ポンド  
1 貫尺

力の絶対単位 1 エルグ = 1 ダイン, センチメートル  
を用ふる場合 1 ジュール =  $10^7$  エルグ



力と長さの単位を併せ添加すべきことを知らしめます。

### (II) 問題の取扱。

148頁 問.  $10 \times 15 = 150$  単位疋米

$18 \times 8.5 = 155$  単位疋米

故に後の方の仕事が大きい。

(注意) 物体の質量が15疋でも、それに加へる力が10疋重であれば、仕事の場合には10疋を力とします。

頁 節  
148 148 工率。

### (I) 教授要項。

(A) 工率の定義。仕事をする遅速の割合を示すもの。単位時間にする仕事の量で表はす。

(B) 工率の単位。 1 ワット = 毎秒1 ジュール

1 馬力 = 英制 550 呎ポンド毎秒 = 746 ワット

日, 英, 米の多くは之を用ひてをります。

佛制75疋米毎秒 = 735 ワット