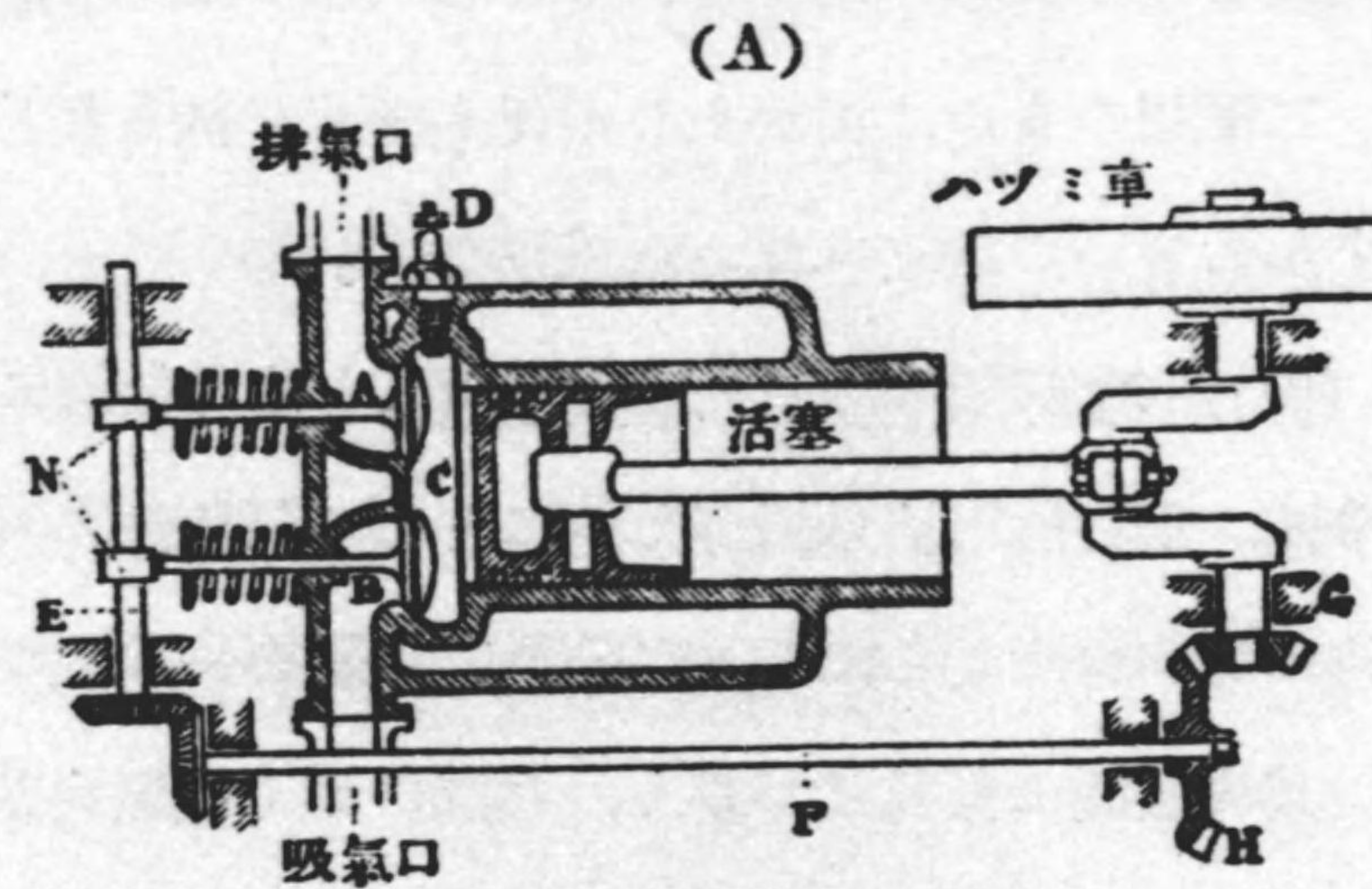


**(V) 内燃機関の優點。**

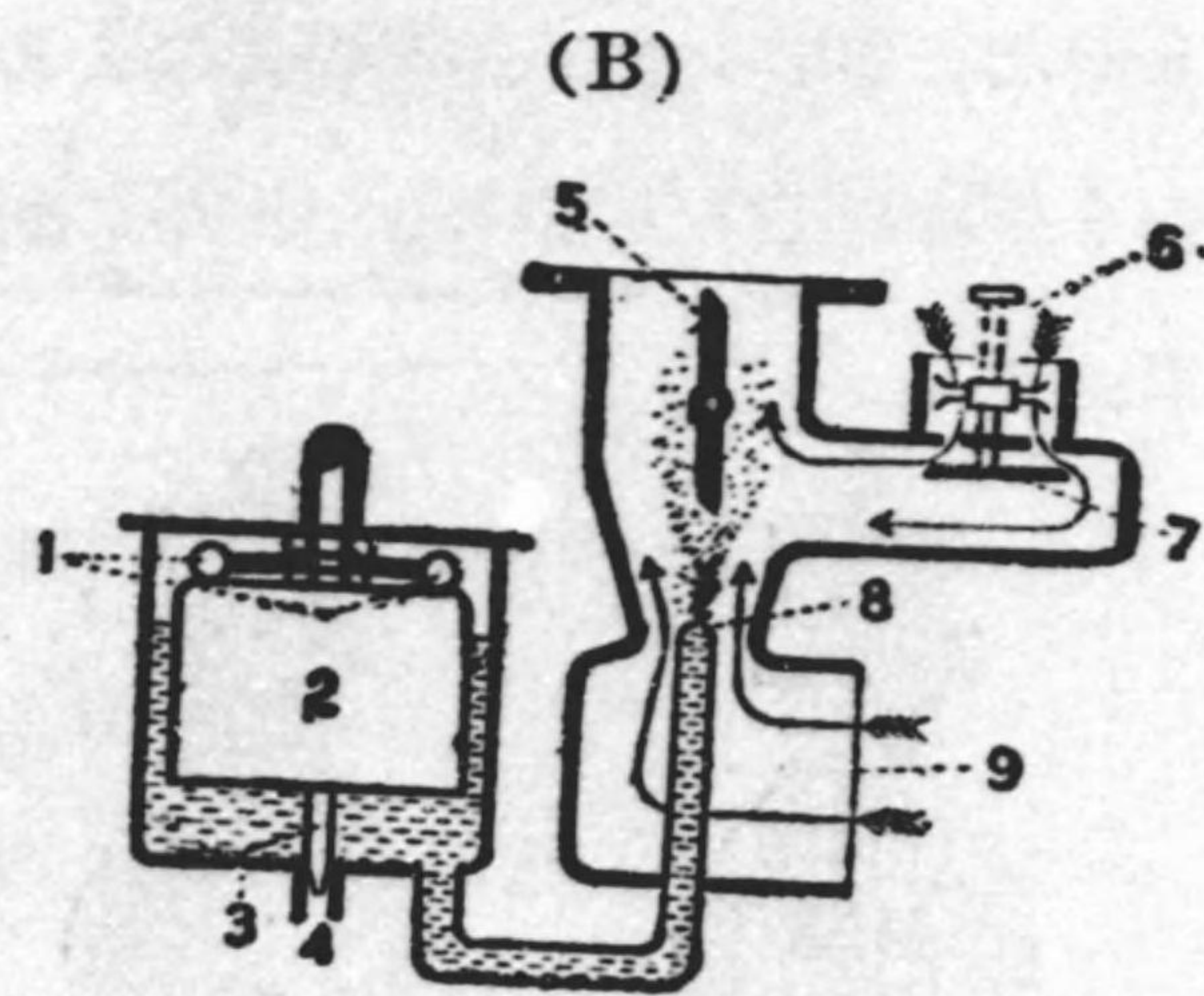
- (1) 能率が外燃機関に比べて大なること。
- (2) 形状が小さく、狹隘な場所にでも設置し得られ高大なる煙突等を要しないこと。
- (3) 小型にしても能率の割合が變らぬこと。(故に自動車、小艇の如き小仕掛のものに適します) 蒸氣機関などは小型にすると非常に能率の割合が低下しますが内燃機関にはそれがありません。
- (4) 取扱ひが簡單なる上に使用中止が自由で、豫め準備をせずともよいこと。

蒸氣機関の如きは汽罐部内で水を沸騰せしめるまでに長時間かゝります。

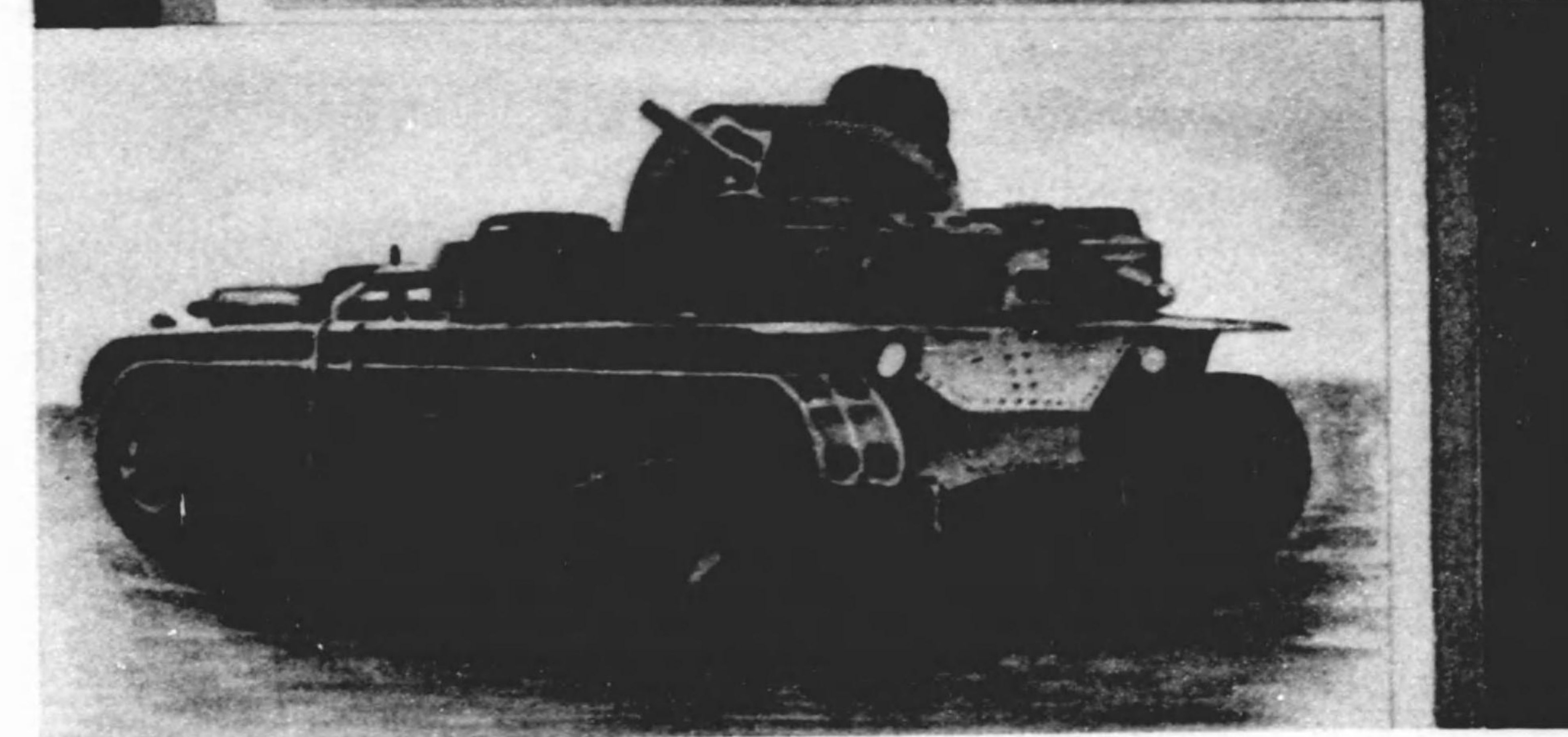
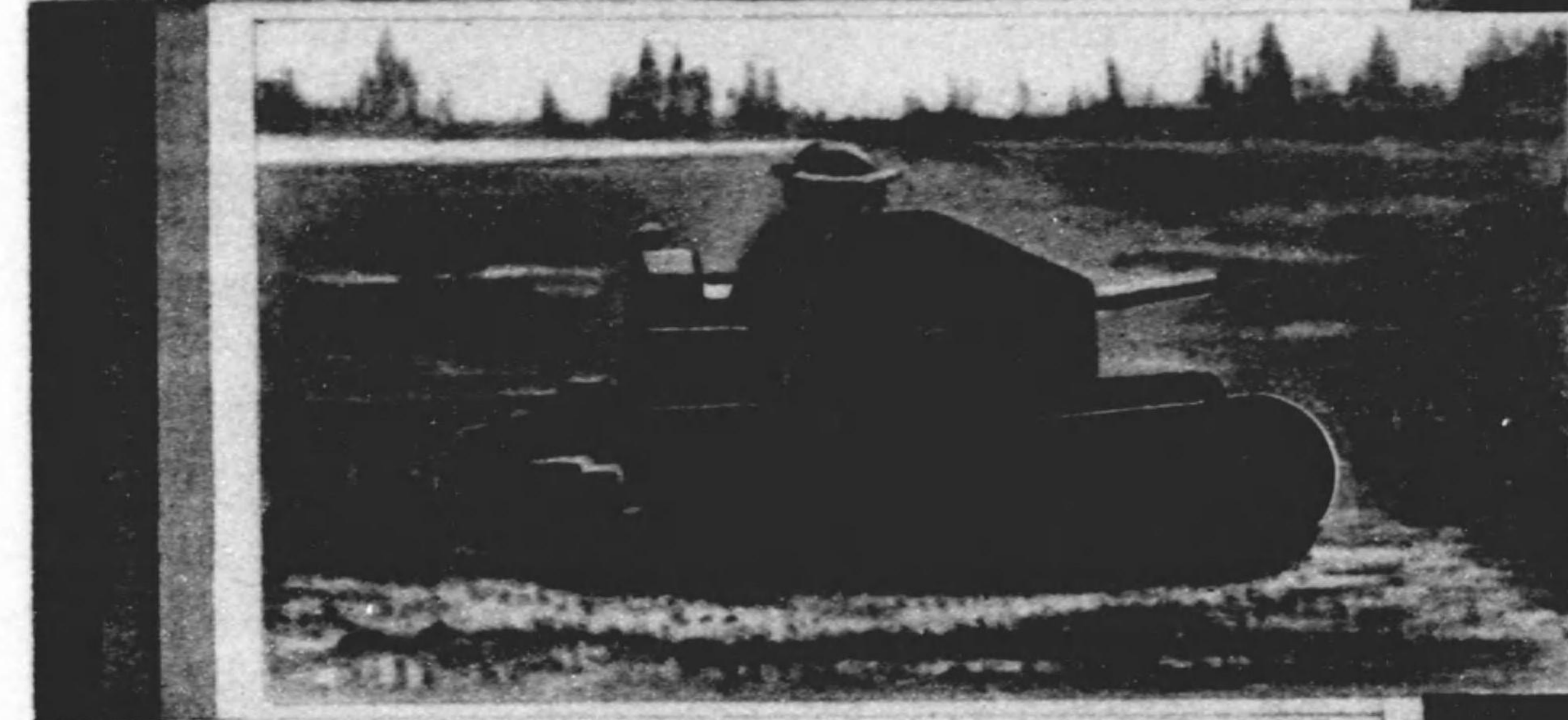
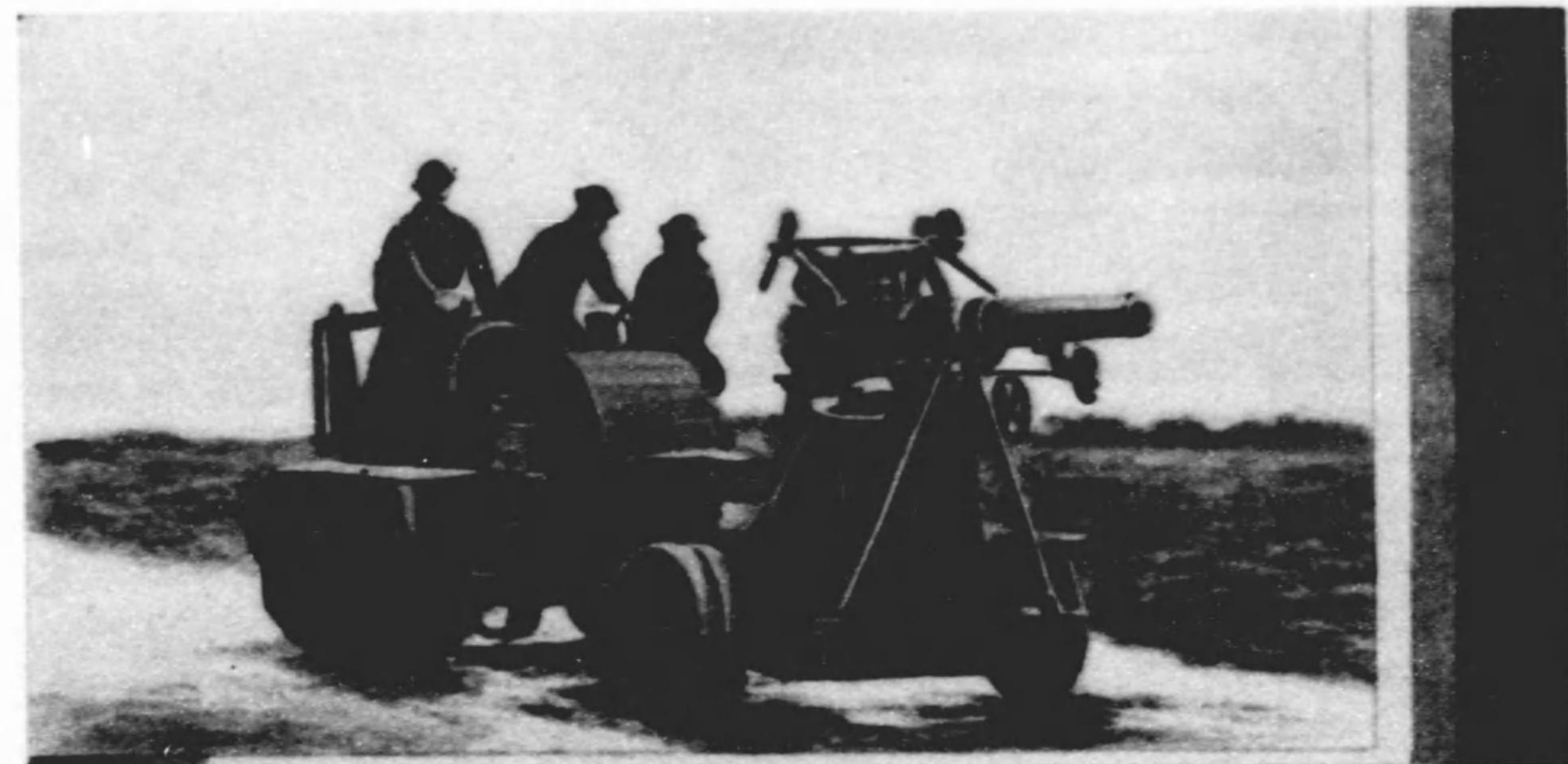
- (5) 煤煙、塵埃を生ぜず清潔に取る扱ひ得ること。

**(VI) 説明實驗用模型。**

左圖Bは燃料供給状況を圖示したもので、(1)は平衡用錘、(2)は浮筒、(3)は針瓣、(4)はガソリン供給口、(5)は燃料供給加減瓣、(6)は高壓空氣供給口、(7)は同上瓣、(8)は噴油口、(9)は同上助勢空氣供給管であります。



(VII) 説明實驗用模型。四衝程の説明には次圖の如きものが適當と思は



装甲自動車(上,中)とタンク(下)

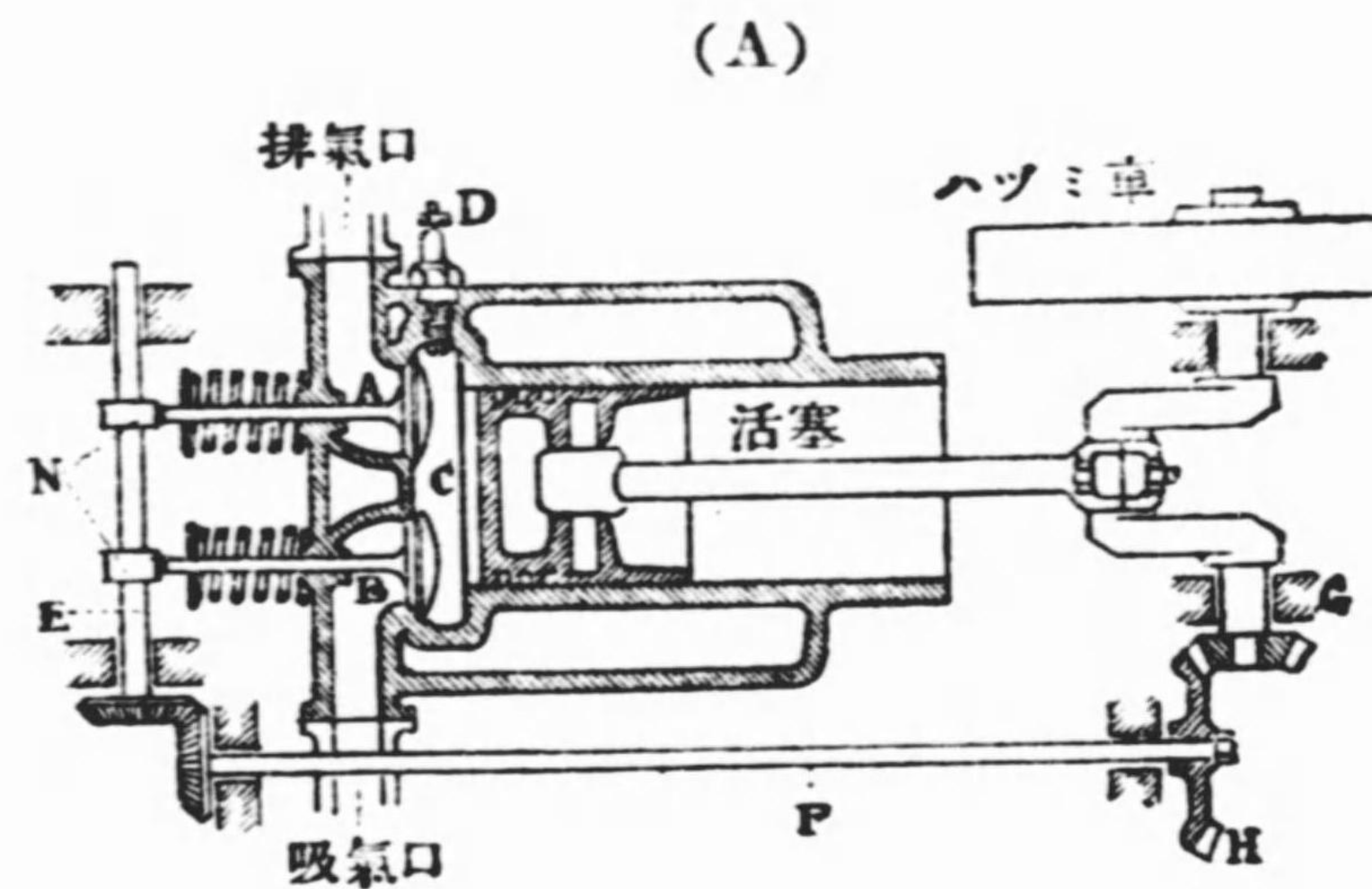


(V) 内燃機関の優點。

- (1) 能率が外燃機関に比べて大なること。
- (2) 形状が小さく、狹隘な場所にも設置し得られ高大なる煙突等を要しないこと。
- (3) 小型にしても能率の割合が變らぬこと。(故に自動車、小艇の如き小仕掛のものに適します) 蒸氣機関などは小型にすると非常に能率の割合が低下しますが内燃機関にはそれがありません。
- (4) 取扱ひが簡單なる上に使用中止が自由で、豫め準備をせずともよいこと。

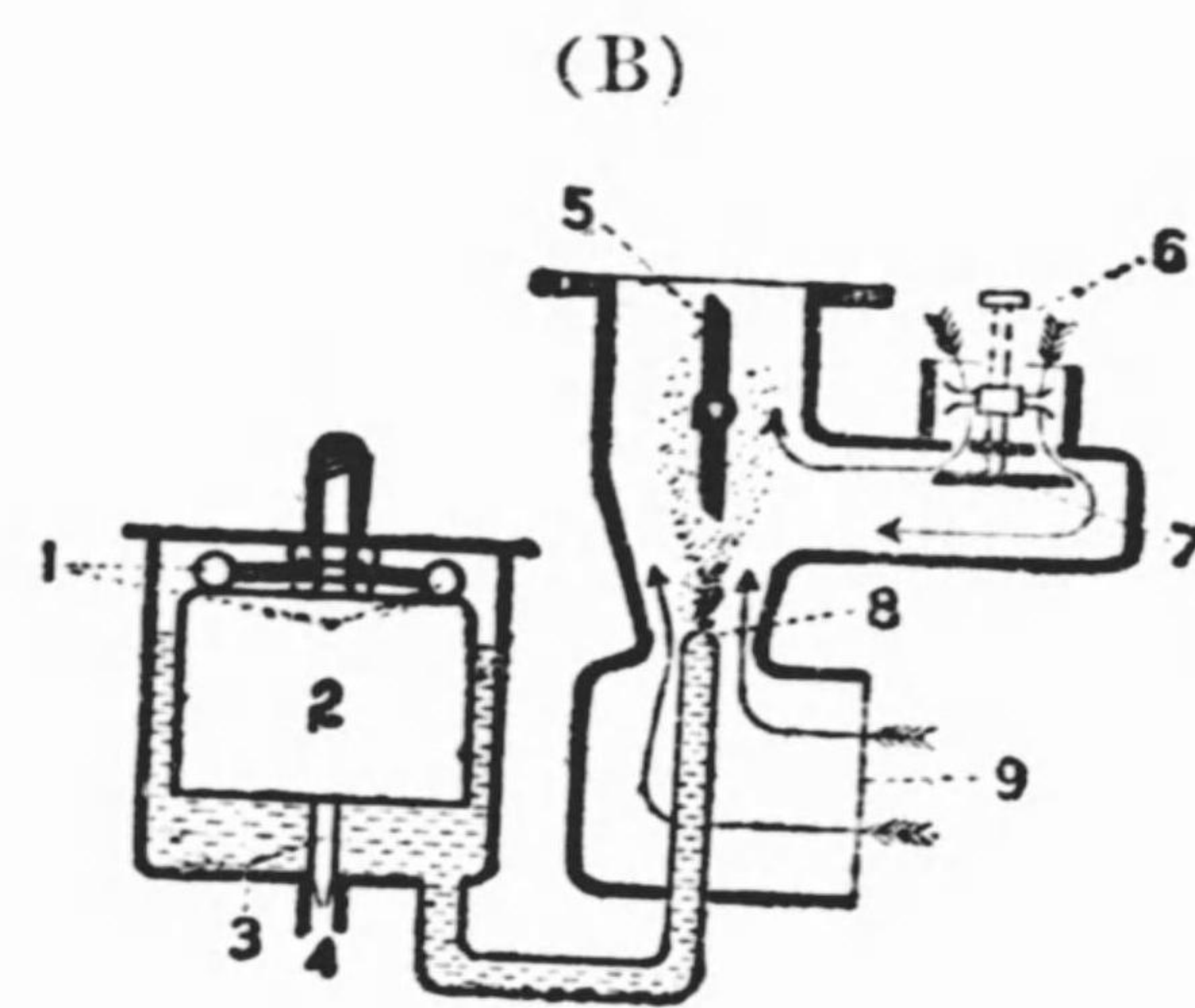
蒸氣機関の如きは汽罐部内で水を沸騰せしめるまでに長時間かかります。

- (5) 煤煙、塵埃を生ぜず清潔に取る扱ひ得ること。

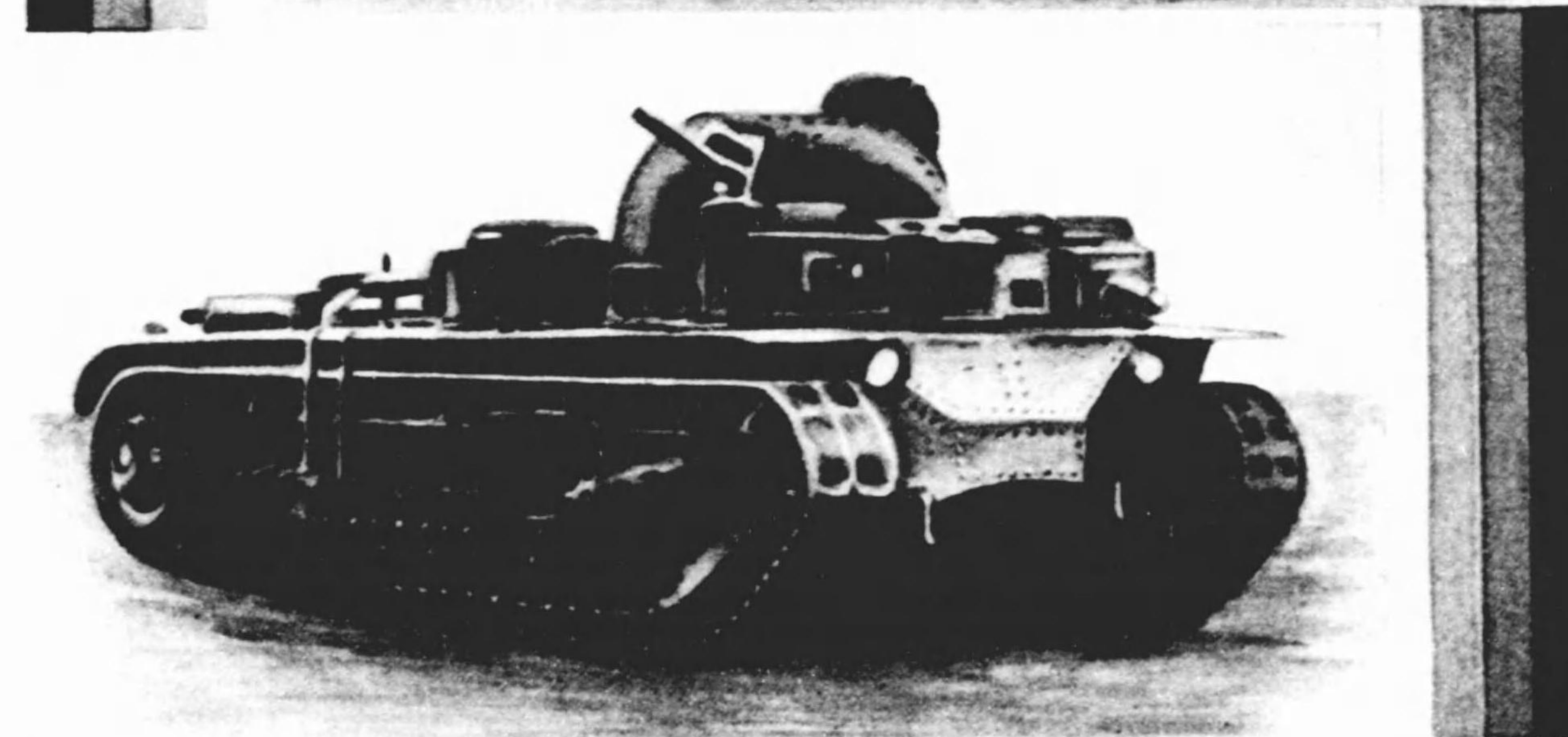


(VI) 説明實驗用模型。

左圖Bは燃料供給状況を圖示したもので、(1)は平衡用錘、(2)は浮筒、(3)は針瓣、(4)はガソリン供給口、(5)は燃料供給加減瓣、(6)は高壓空氣供給口、(7)は同上瓣、(8)は噴油口、(9)は同上助勢空氣供給管であります。

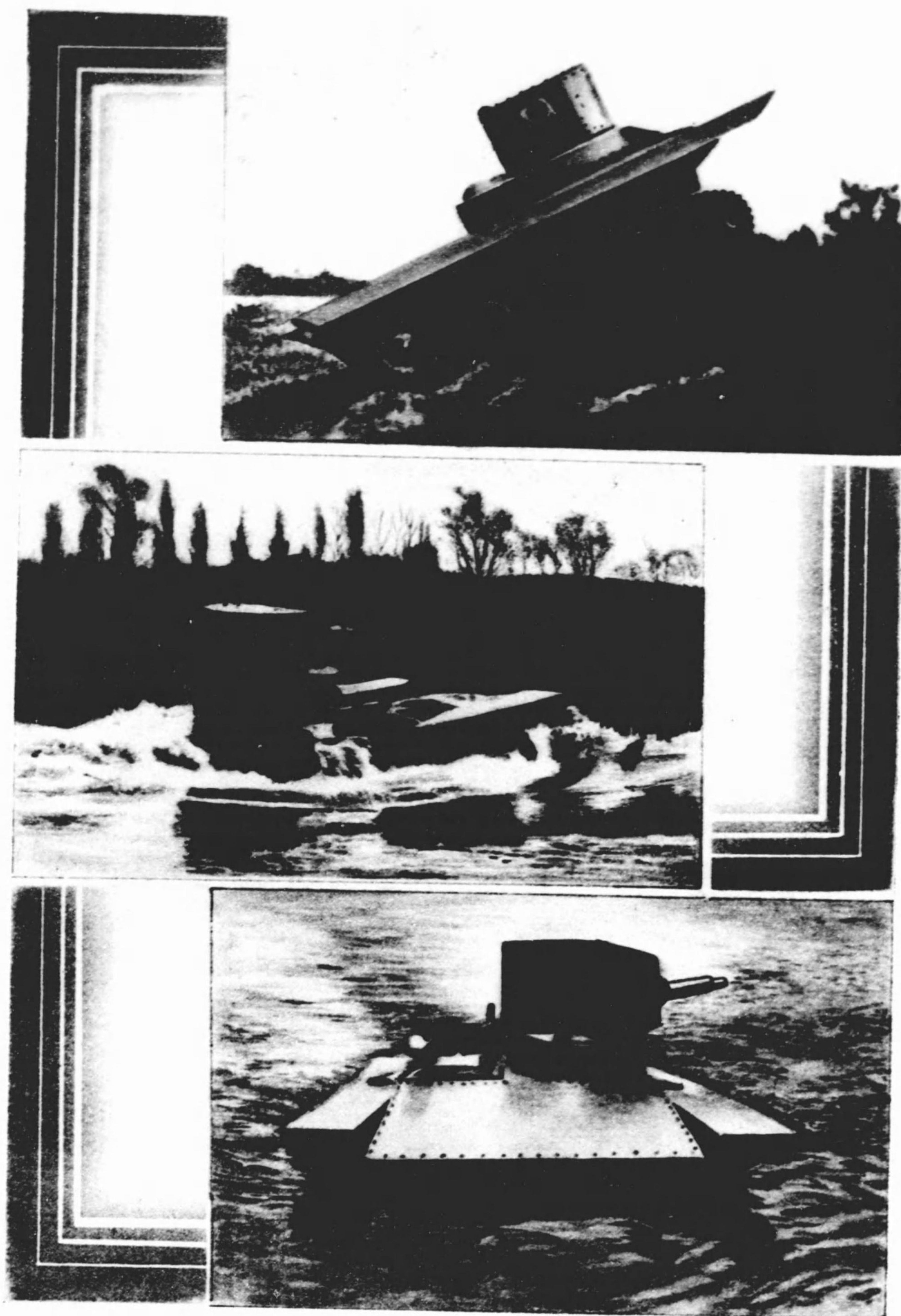


(VII) 説明實驗用模型。四衝程の説明には次圖の如きものが適當と思は



装甲自動車(上,中)と タンク(下)





水陸兼用タンクの活躍

れます。

教授用としては實物の古きものに  
限ります。器械販賣店等が學校用機  
械として送つたものは破損し易く、  
殊に着火装置に故障が起り易いやう  
であります。

#### (Ⅷ) 熱機關に於ける熱の逸 散につき思想の整理。

##### (A) 有効率。

$$\text{有効率 (Efficiency)} = \frac{\text{器械のなす仕事の量}}{\text{機械に與へる總エネルギー}} \times 100$$

之を單に効率といふことがあります。生徒が工率と音が同じなために取  
り違へて困りますから、かくして有効率 (Efficiency) と工率 (Power) とを區  
別した譯であります。

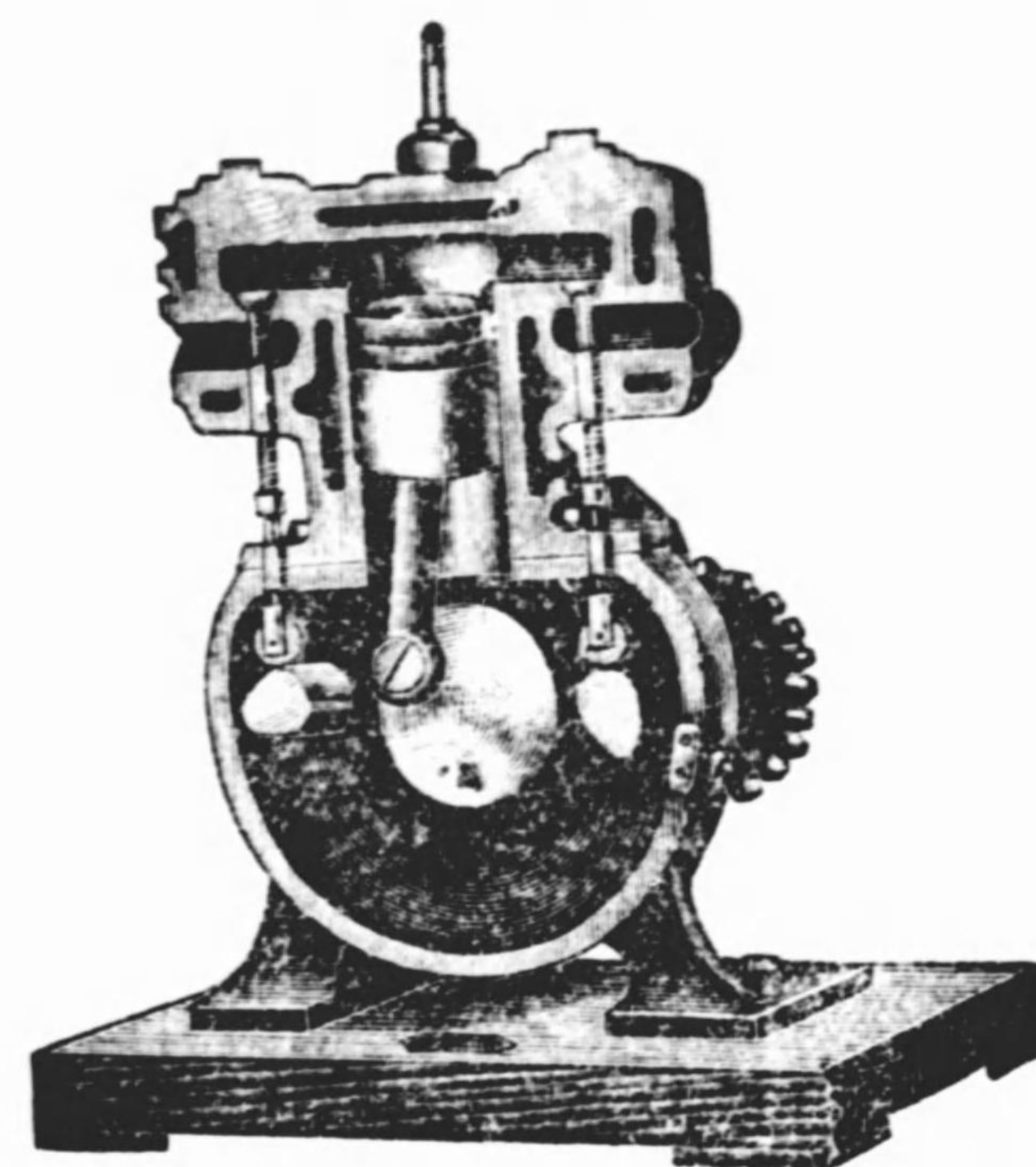
(B) 原動機と有効率。熱動力機關許りでなく一般原動機では有効率を高め  
ることが目下の急務であります。

##### (例證)

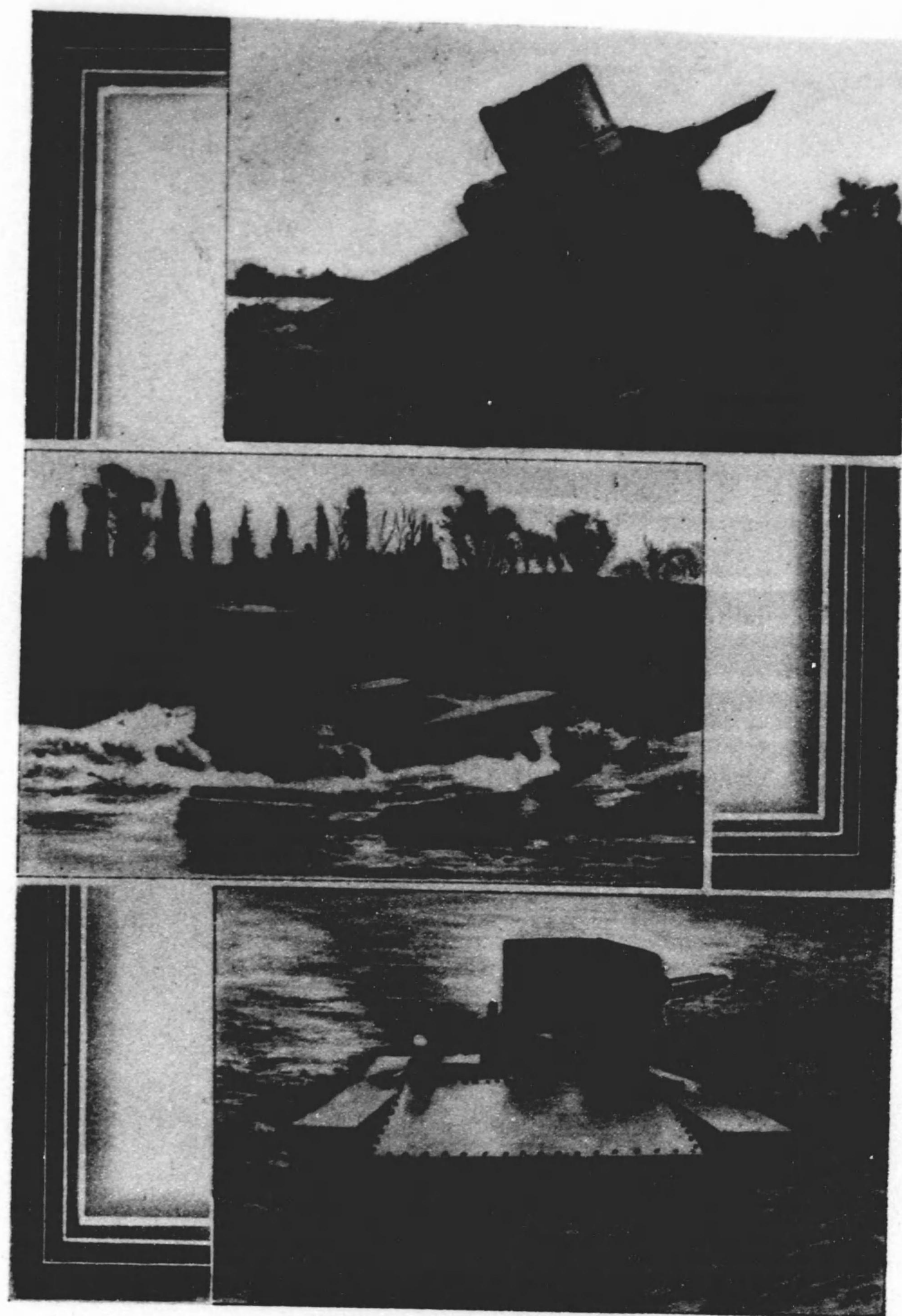
(1) 今重油で一時間一馬力の原動力熱機關を動かすものとして見ますと、  
その消費量が次のやうな實數を示します。

蒸氣機關	1.15←→1.5	(封度)
蒸氣タービン	0.8←→0.9	( " )
最良内燃機關	0.44←→0.6	( " )
ディーゼル機關	0.38←→0.45	( " )
スチル機關	0.35←→0.41	( " )

##### (2) 有効率の比較。







水陸兼用タンクの活躍

れます。

教授用としては實物の古きものに  
限ります。器械販賣店等が學校用機  
械として送つたものは破損し易く、  
殊に着火装置に故障が起り易いやう  
であります。

### (VII) 熱機關に於ける熱の逸 散につき思想の整理。

#### (A) 有効率。

$$\text{有効率 (Efficiency)} = \frac{\text{器械のなす仕事の量}}{\text{機械に與へる總エネルギー}} \times 100$$

之を單に効率といふことがあります、生徒が工率と音が同じなために取  
り違へて困りますから、かくして有効率 (Efficiency) と工率 (Power) とを區  
別した譯であります。

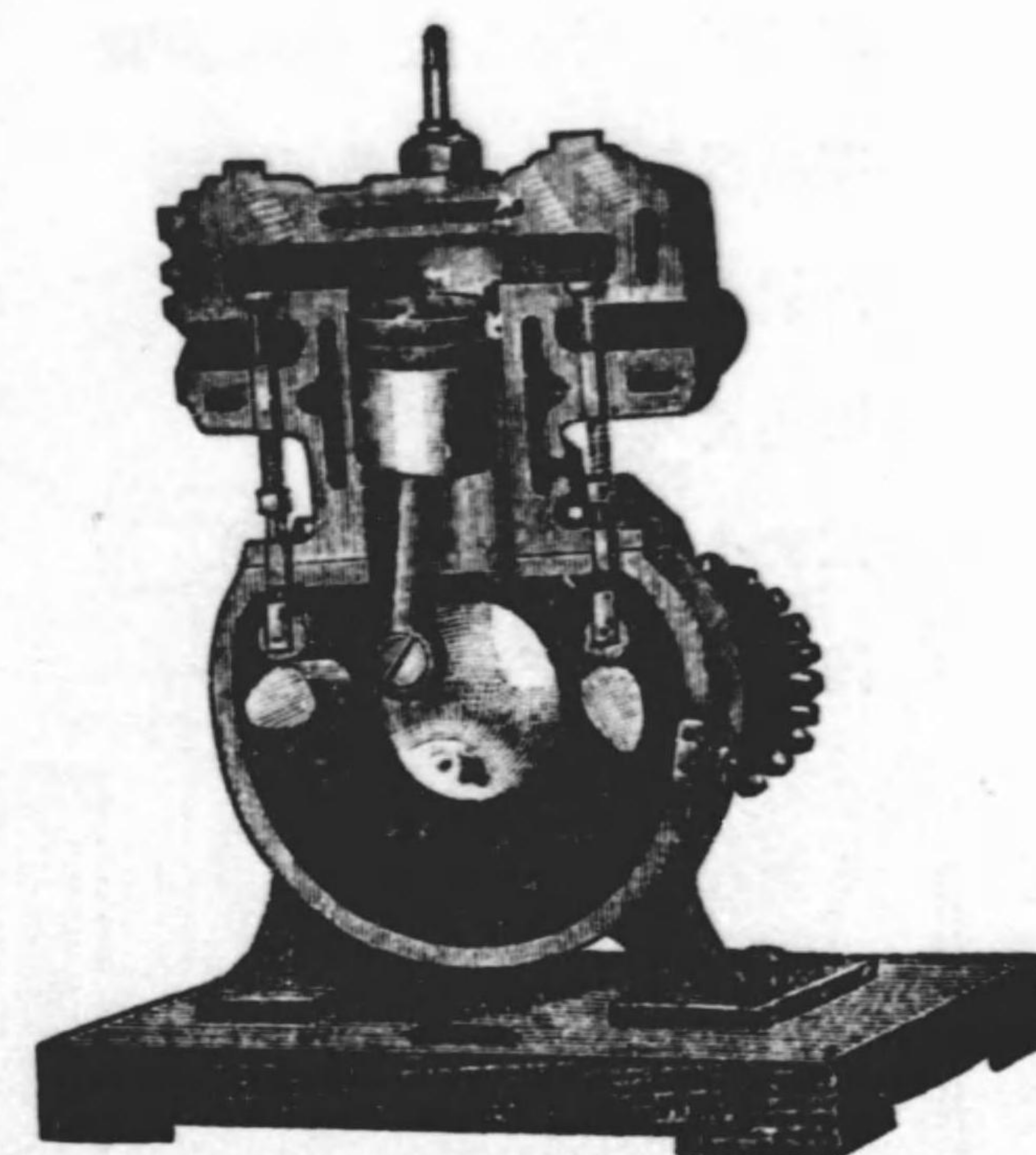
(B) 原動機と有効率。熱動力機關許りでなく一般原動機では有効率を高め  
ることが目下の急務であります。

#### (例證)

(1) 今重油で一時間一馬力の原動力熱機關を動かすものとして見ますと、  
その消費量が次のやうな實數を示します。

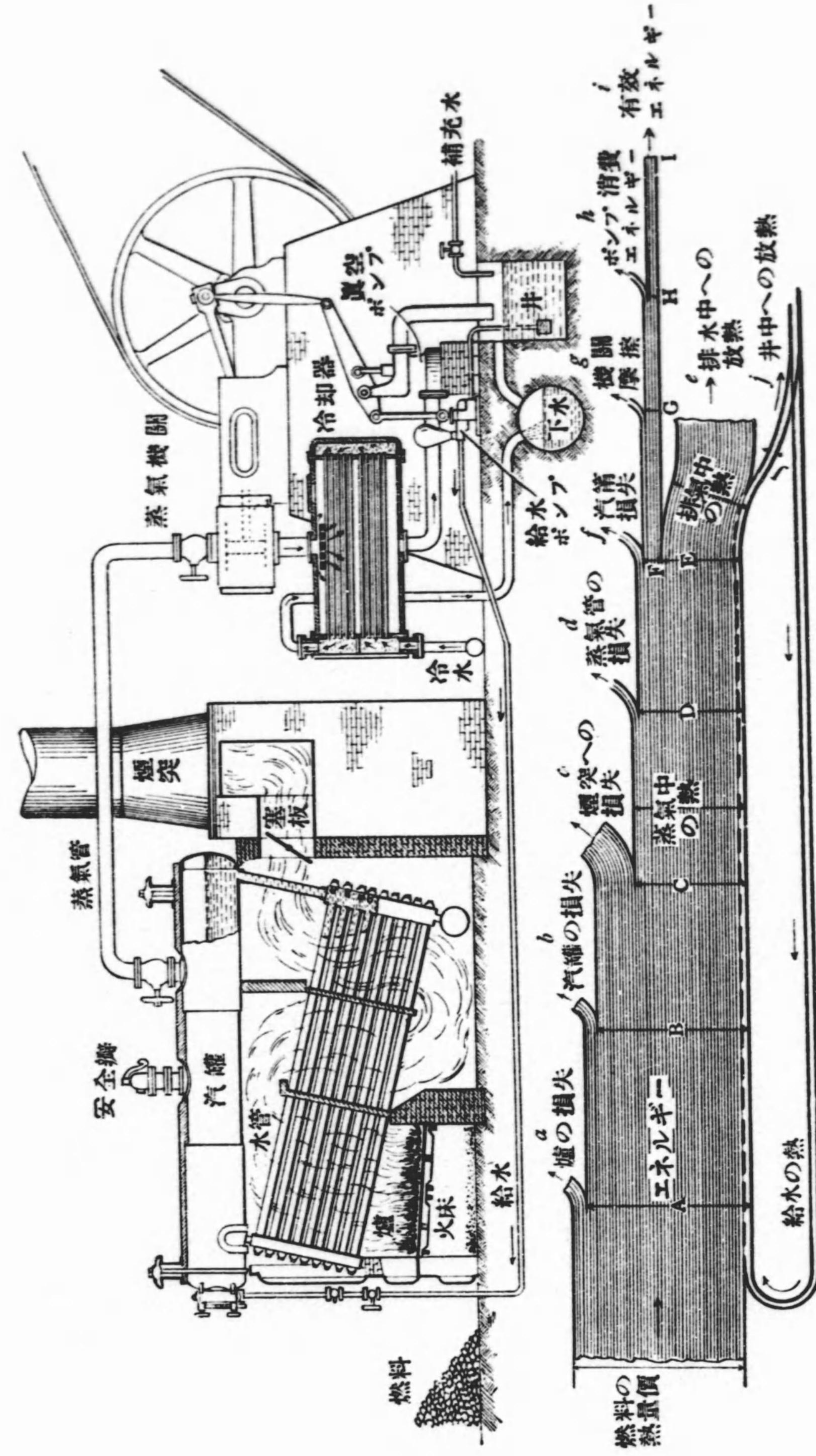
蒸氣機關	1.15←→1.5	(封度)
蒸氣タービン	0.8←→0.9	( " )
最良内燃機關	0.44←→0.6	( " )
ディーゼル機關	0.38←→0.45	( " )
スチル機關	0.35←→0.41	( " )

(2) 有効率の比較。





凝結器を利用しない蒸気機関	5.4←→7.5
凝結器を適用する蒸気機関	10.0←→14
蒸気タービン	16.0←→23
吸込式ガス機関	24←→28
二サイクルディーゼル機関	30←→32
四サイクルディーゼル機関	32←→40



蒸気機関とその燃料の有効熱量價



## 第四編 波動, 音

### 第一章 振動, 波動

頁 節  
77 82 振 子。

#### (I) 教授要項。

(A) 振子の構造。構造は色々あるが、圖 173 の如きは單振子に屬するものであります。元來理想的の單振子といへば、只絲は長さあつて質量なきもの(それ程細いこと)、球は質量あつて大きさなきものを探るべきであります。

そんなものは勿論ありませんが條件としてはかくあらねば理想を遠ざかることになる譯であります。それで實驗には伸びない軽い絲を必要とします。

(B) 振動, 振幅, 週期, 振動數 等の説話。

振幅は兩極點間の振動路筋を探ることもありますが、大正14年以來中學校では中央から極點までを一振幅として取扱ふことになりました。かくすると電氣その他種々の方面との連絡が好都合であります。

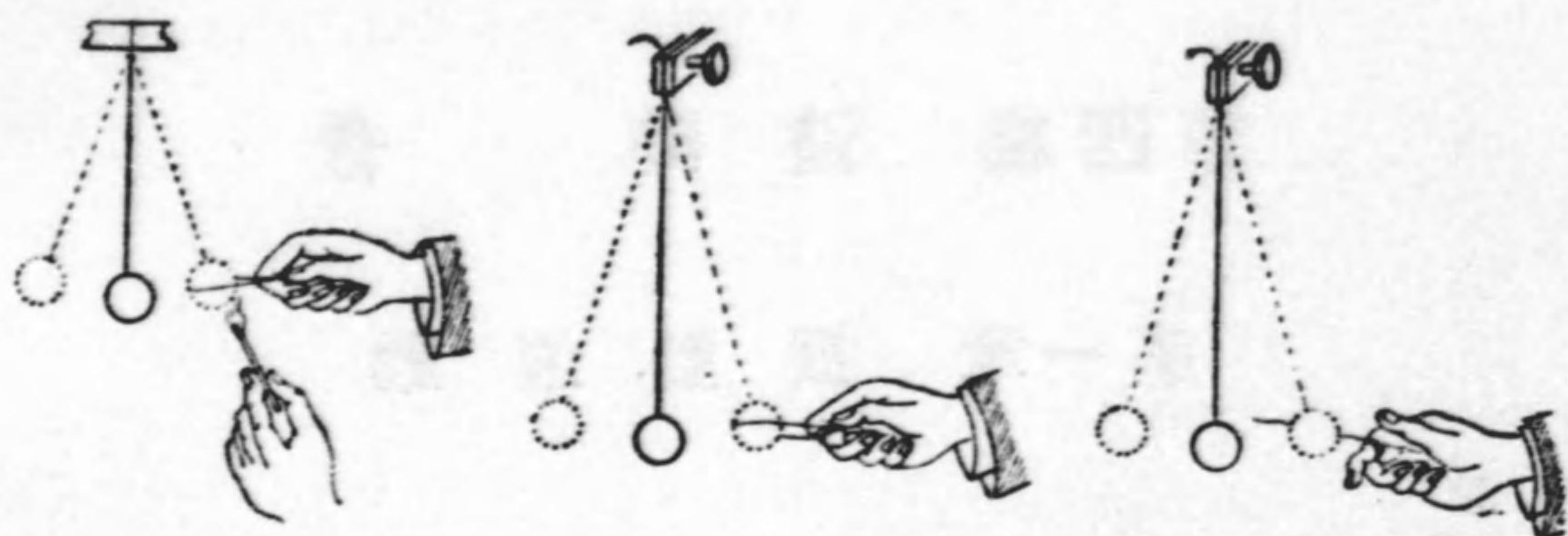
(C) 振子の等時性に関する教授。

(連絡) 現在の生徒はこのことを尋常小學校第五學年で簡單ではあるが學習してをります。

(教授) 生徒實驗を實施せる場合には實驗に於て50回位の振動に要する時間を數回測定した上で教授すると有効であります。

回數が少い時には殊にその初動と振動數の計算上に注意を要します。





殊に長さを 100 種, 49 種, 25 種, 16 種等にして測定させて置くと有効に取扱ふことが出来ます。即ち振子の週期はその

長さの平方根に正比することを容易に発見せしめることが出来ます。

又その等時性は振幅の小なる時のことで、振幅が餘り大となると不成立のことがあります。適當なものとしては角度で 3 度であります。

之は多少超過しても餘り障害はありません。

(D) 土地により週期の違ふこと。之は簡単に添加してよい教材であります。振子の週期はその地の重力の加速度の平方根に反比例する譯であります。

(II) ガリレイの発見に関する史實。ガリレイが 19 歳の時ピザの斜塔内に吊してあつた燈明の等時性振動に留意し、脈搏によりその等時性を発見した史實を教授中適所に加へると面白き進行が見られることと思ひます。

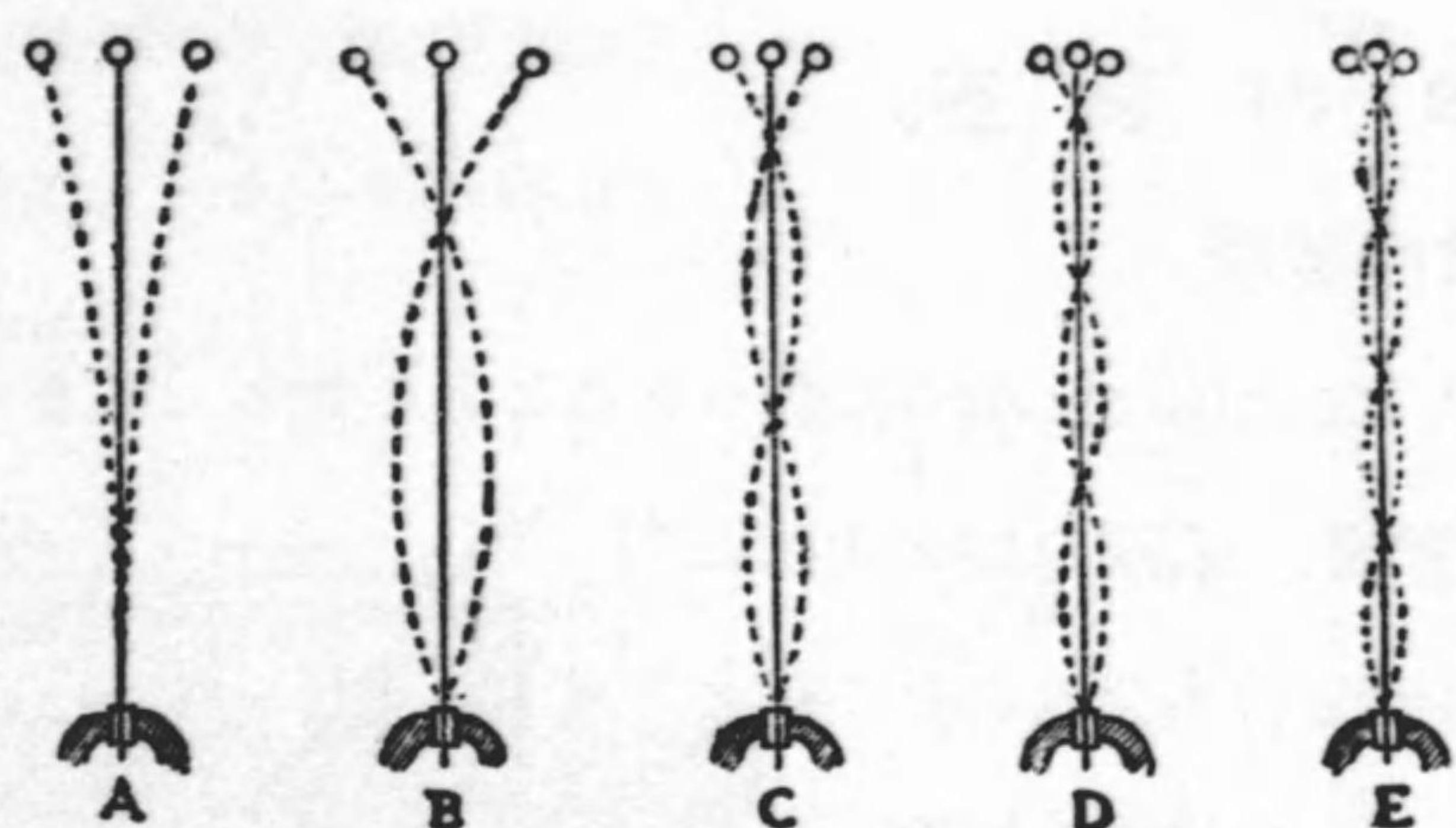
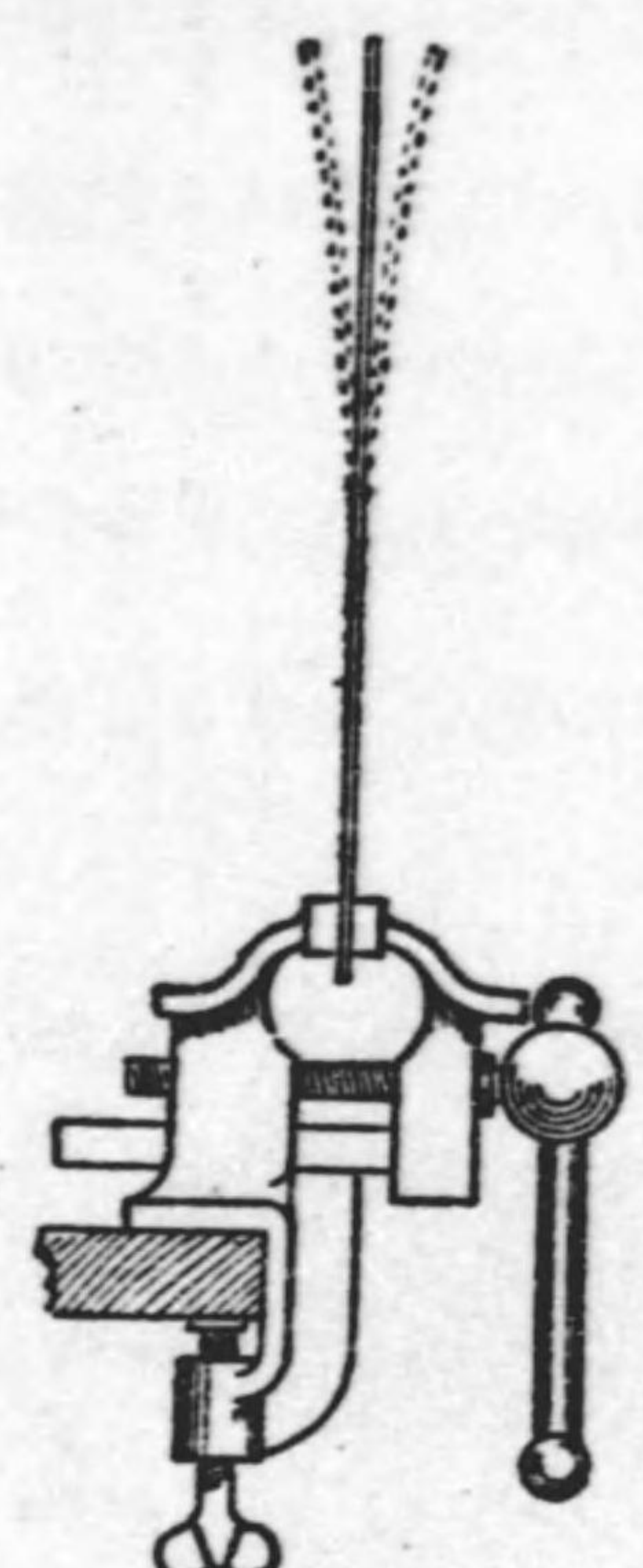
(ガリレイに関しては 122 頁参照)

頁 節  
78 83 振動體, 時計。

(I) 教授要項。

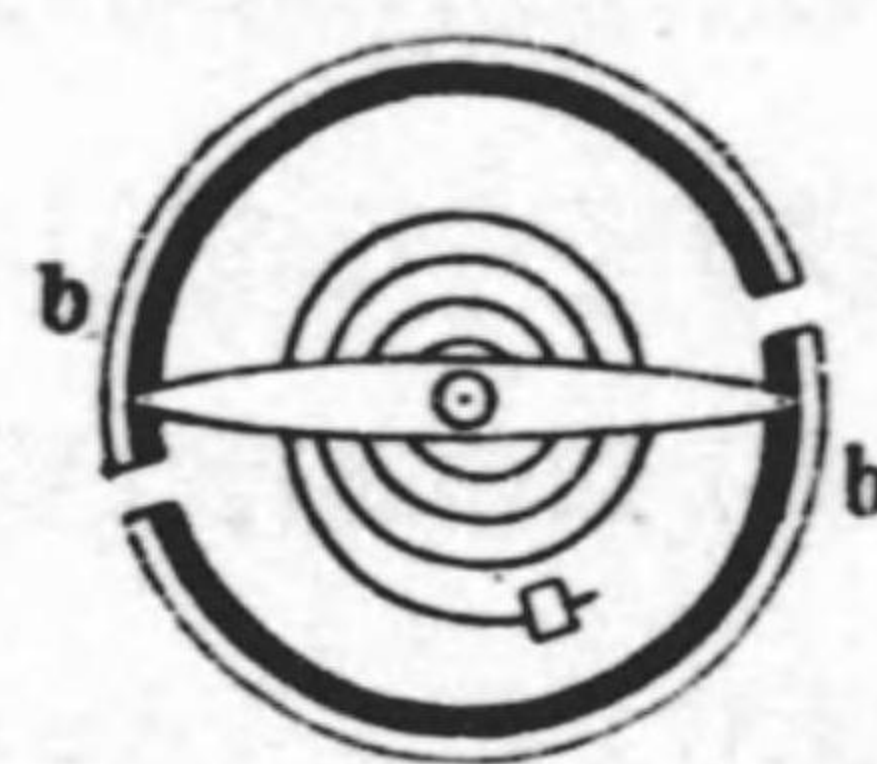
(A) 弾性固体の等時性振動の實驗。174 圖の如きスプリング又は絲ゴムに吊したものでも容易に行ふことが出来ます。

下圖の如きものによつてもその横の振動が起せま  
す。



(B) テンプ及び時計振子の振動實驗。  
(C) 同上構造, 作用説明。

(原動力)——捲き込まれたゼンマイの弾力。  
(制御装置)——一齒一齒の進みに従つて等時的に指針を動かす。  
(指針)——以上の制御により一齒一齒等時的に廻轉する。



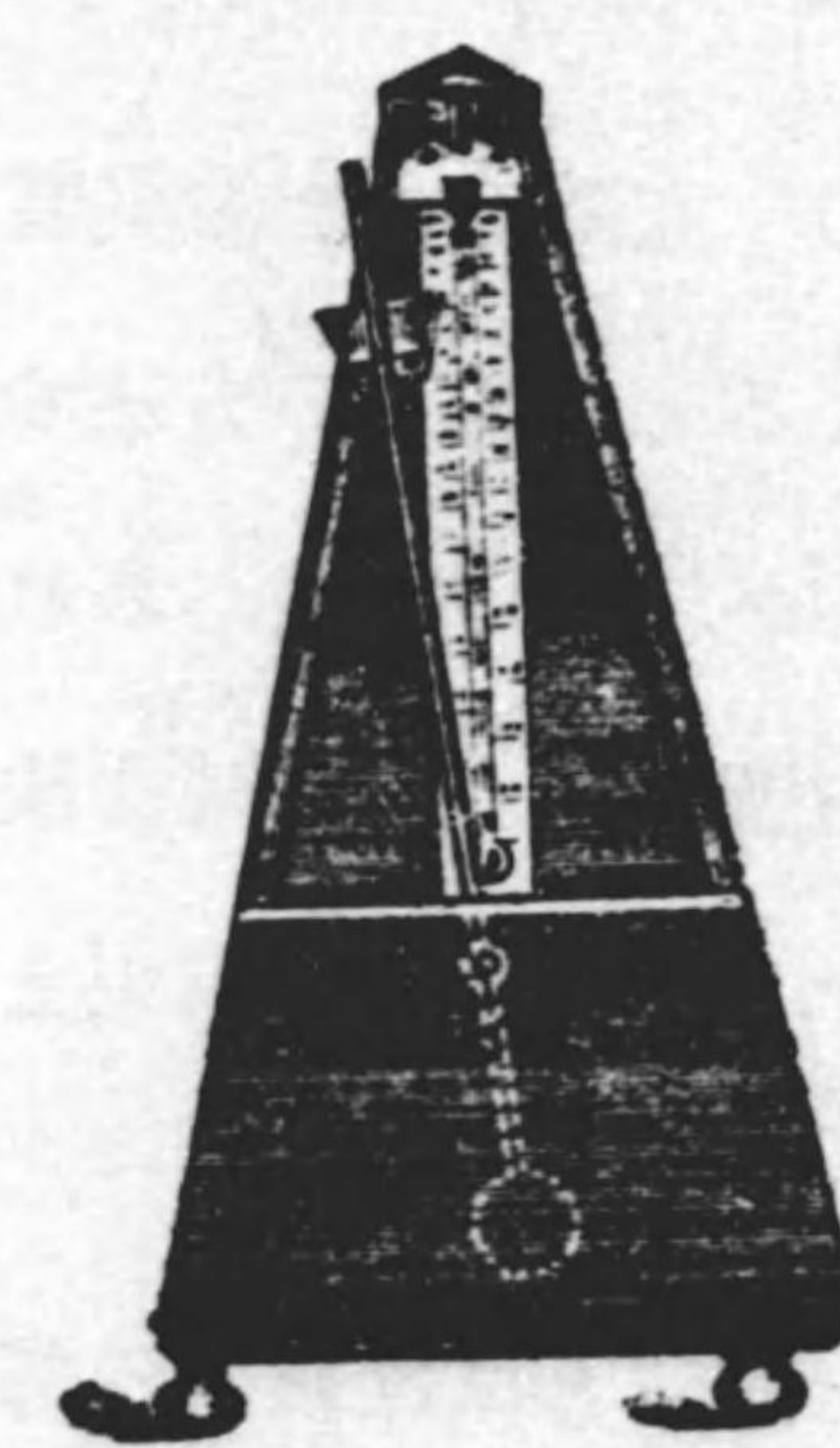
(II) 取扱事項。

補正振子及び補正テンプに關して附説。

(III) 問題の取扱。

79 頁問 冬季氣温の低下するにつれ振子時計ではその長さが縮小し、テンプ時計ではその徑を短縮するため、振動の週期が小となり時計が進み勝になります。

(IV) 添加事項。時間の都合によつてはメトロノームの等時性振動を知らしめてもよいと思ひます。





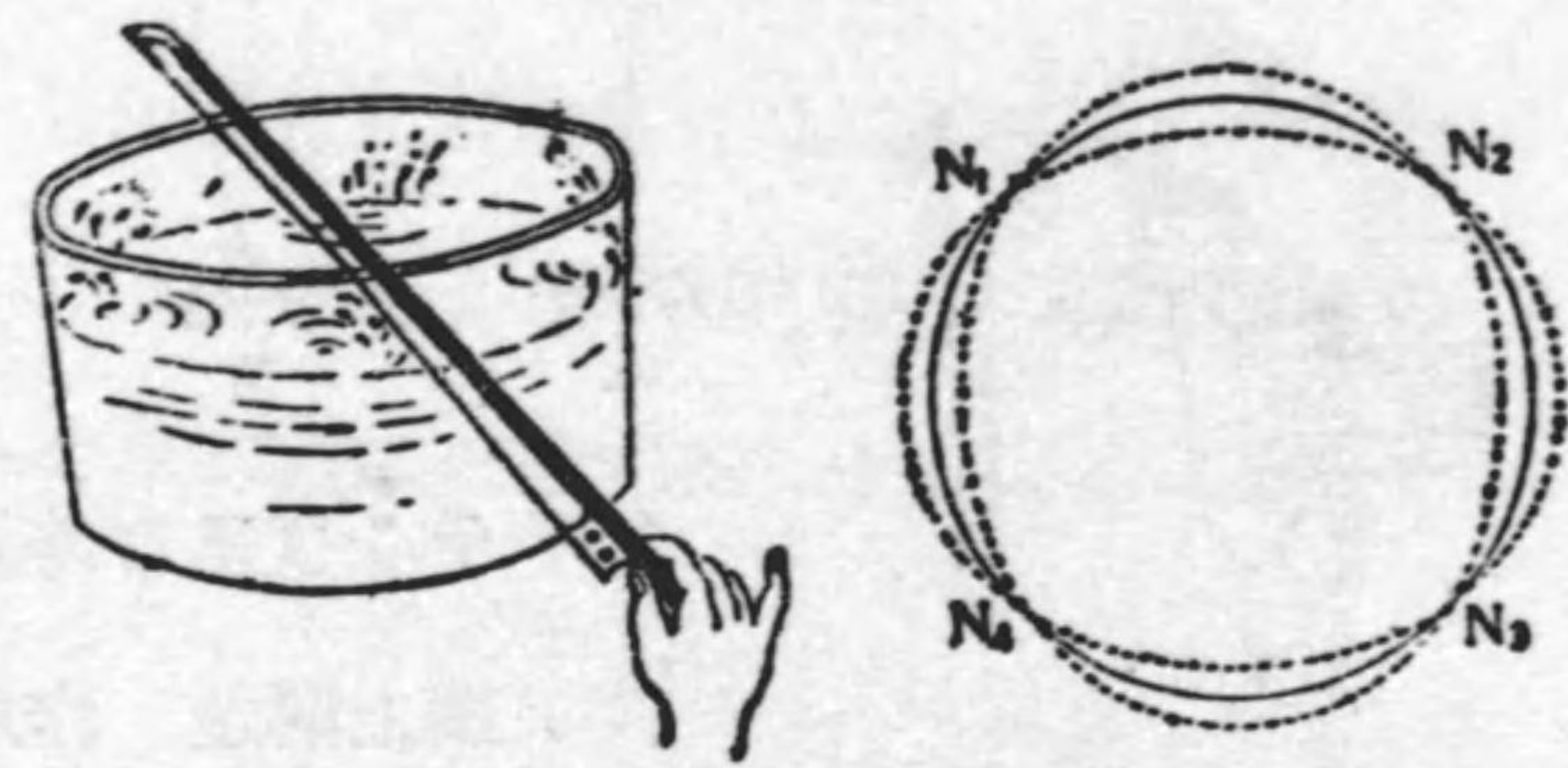
殊に拍子に合わせて適當の區間毎に鈴を打たせるやうにすることなどは教授の稜とし、又音樂との聯絡上必要なことと思ひます。

頁 節  
79 84 波 動。

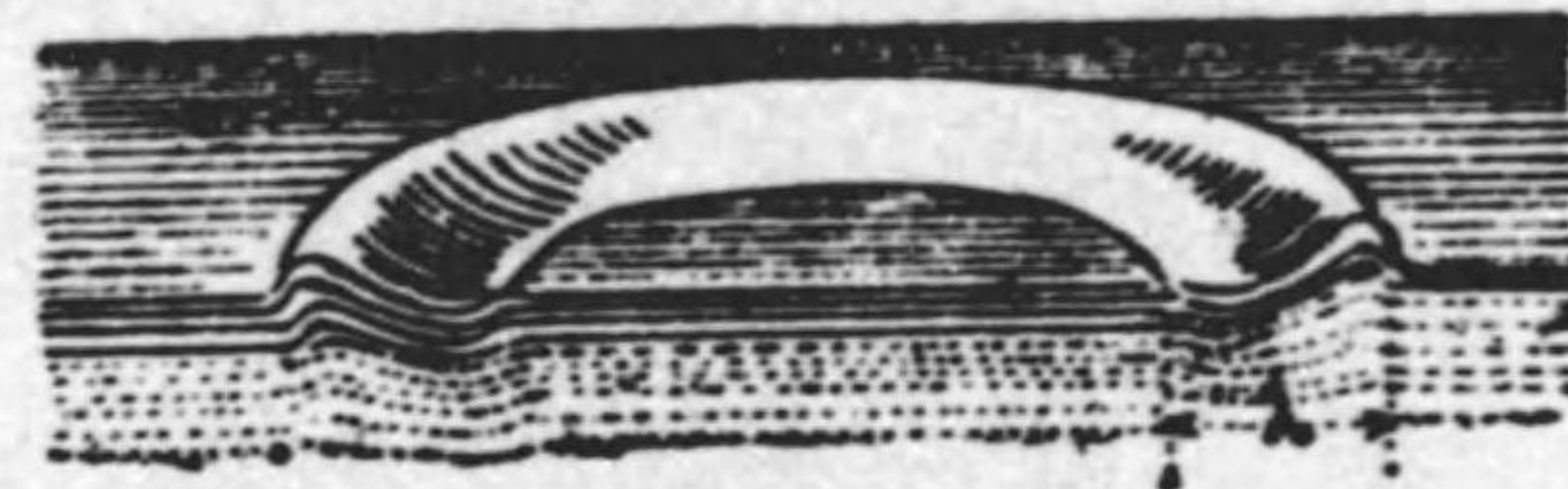
教授要項。

(A) 波の源には必ず振動のあることを知らしめます。

(實驗) 右圖の如き水槽に水を八分目まで入れその絲を胡弓用の弓で強く摩擦しますとその振動につれて音を發し且つ水波が起ります。

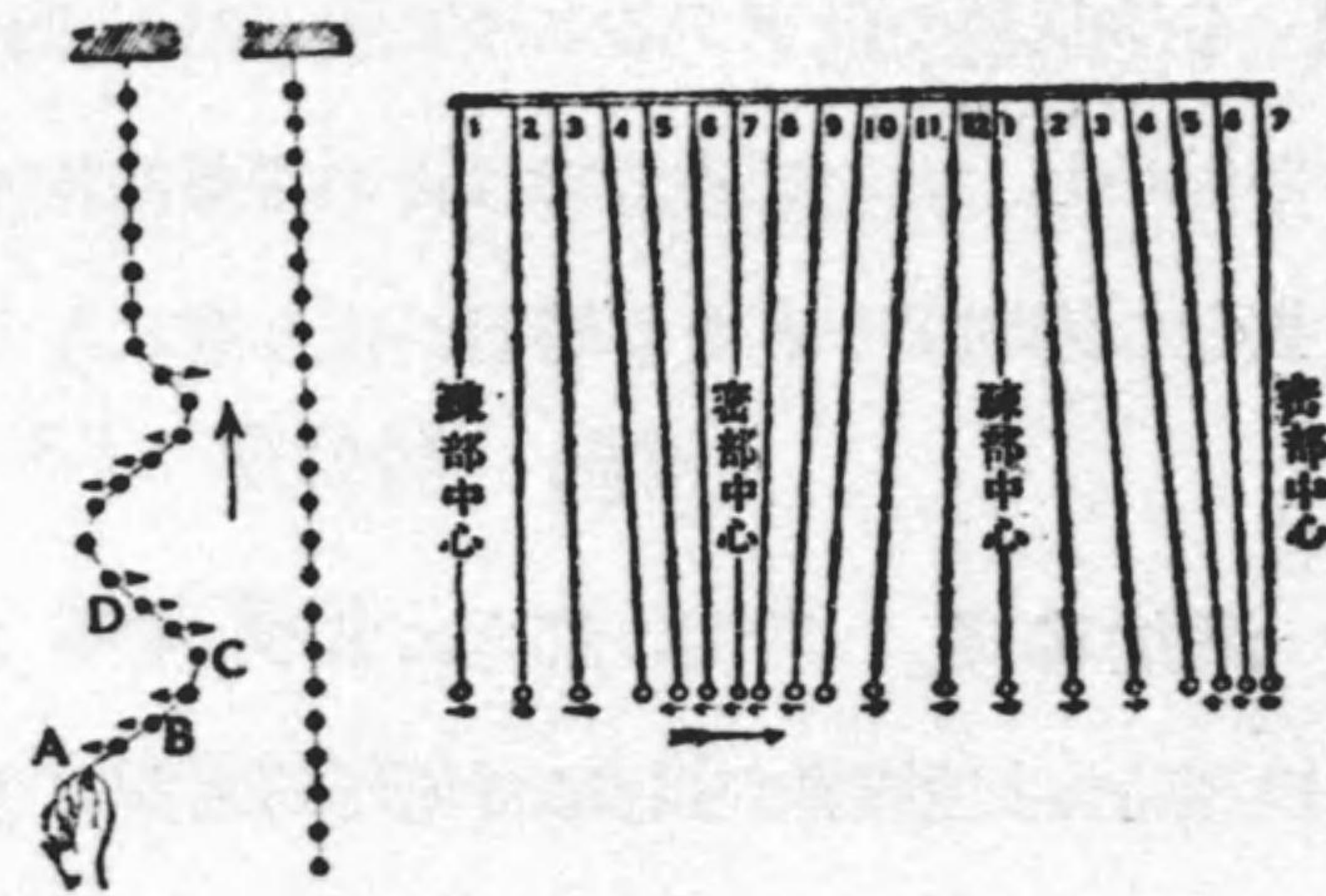


その振動を飛び散る泡沫で認めしめ、その振源から顯著な波動が起り四方に傳播するのに連絡して教示します。



(B) 波の進行は單に波形だけの進行で、媒質そのものの進行でないことに留意せしめること。

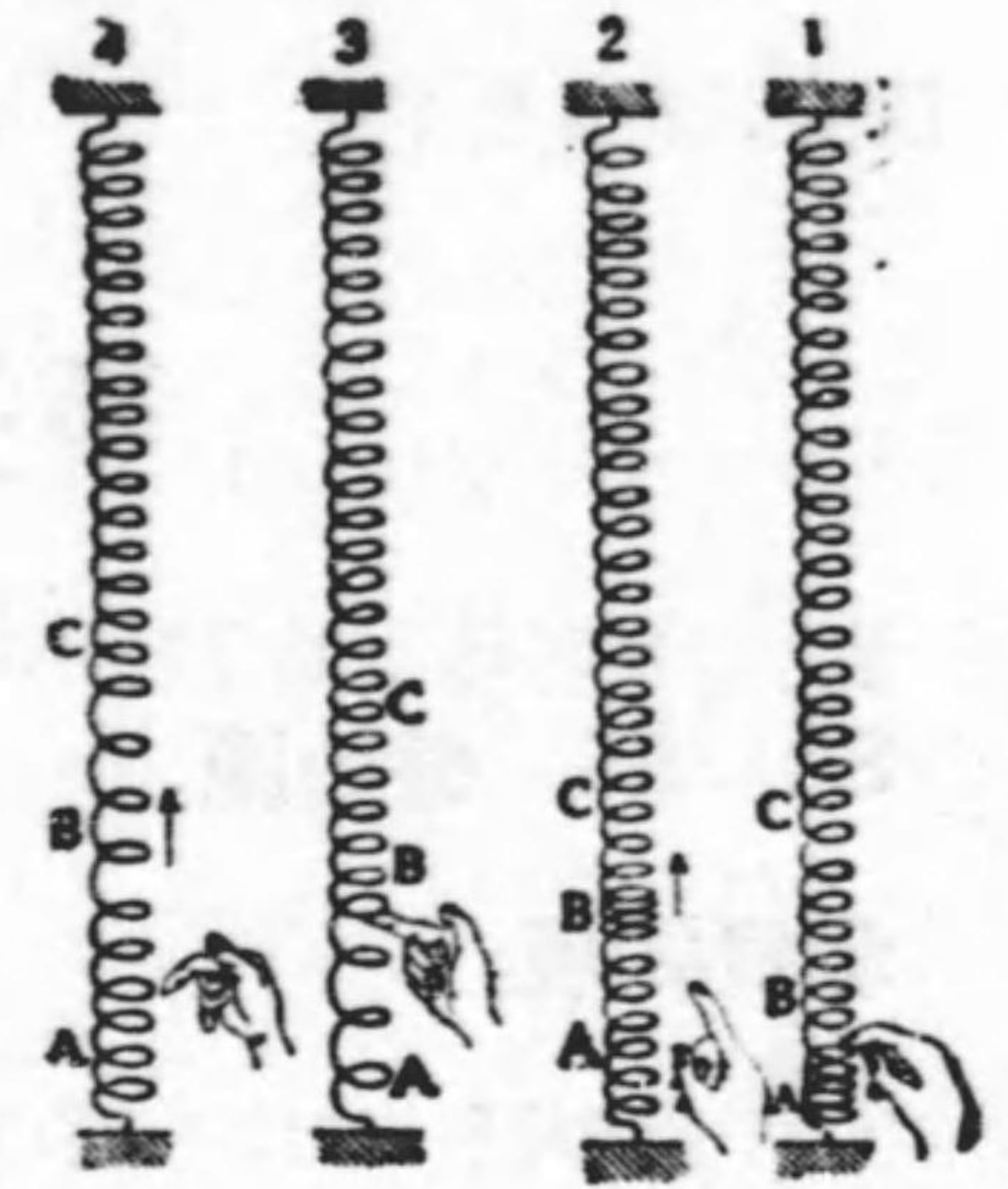
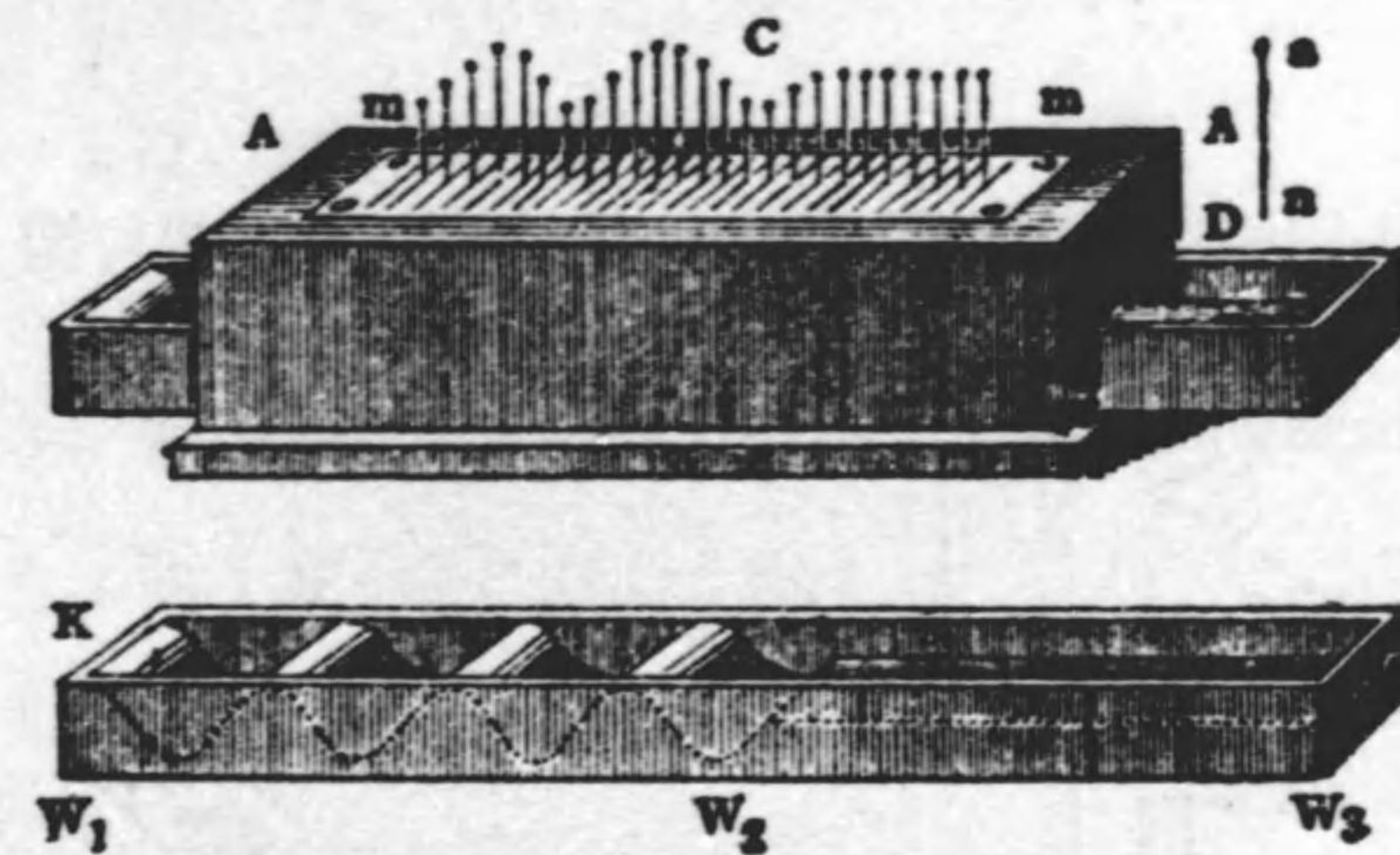
(C) 波形よりの分類。高低波即ち横波と、疎密波即ち縦波とに分類して各特徴、區別、各部の名稱等を知らしめます。



(實驗) 左圖の如き波動實驗器によるものもよい方法であります。長い螺旋があれば次頁右圖の如くして疎密波を生起せしめることが出来ます。

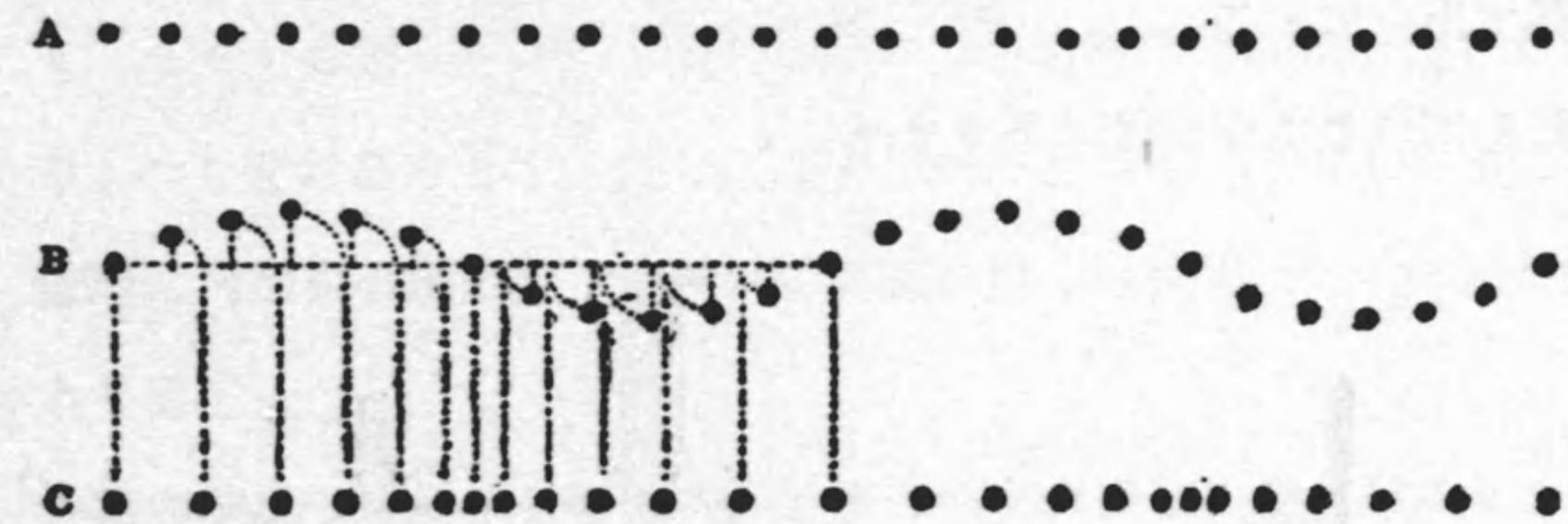
縦波と横波とは媒質の各部

の振動方向と波形の進行方向との關係が互に相揃ふか互に直角になるかで區別が出来るものでありますから、何れか一方の振動方向を90度だけ廻轉させて見ると一から他へ轉ぜしめることが可能になります。

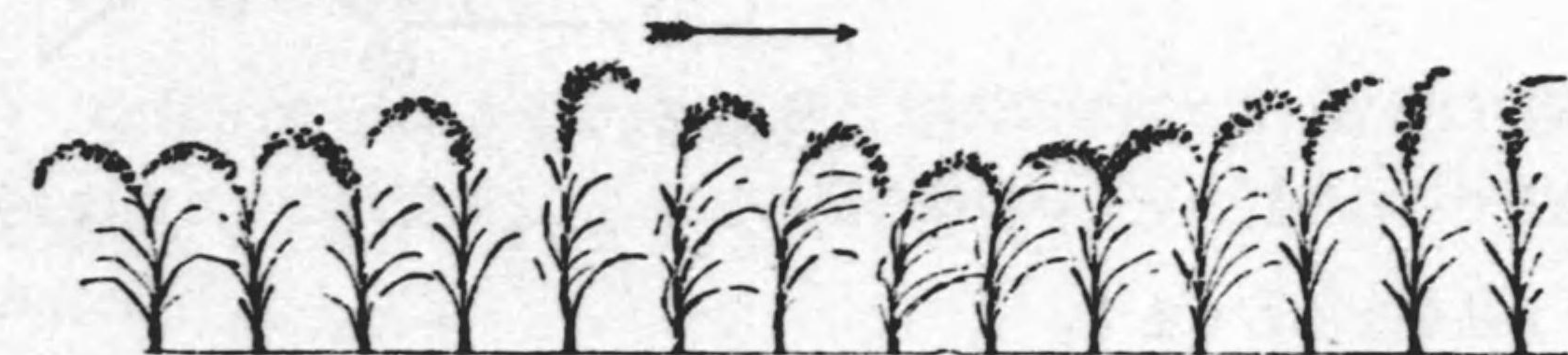


下圖はその關係を示したもので之から横波(B)の各部を90度だけ廻轉させたものがその

直下の縦波(C)に一致することがわかります。



(實例) 實例は縦横共に甚だ多く、又之から學習するものに大いに關係があります。次章に出る音は空氣の縦波で、電波、光波などはエーテルの横波であります。





又人が常に目撃するものには群集の中に起る人の波、稲穂に起る波などの横波があります。

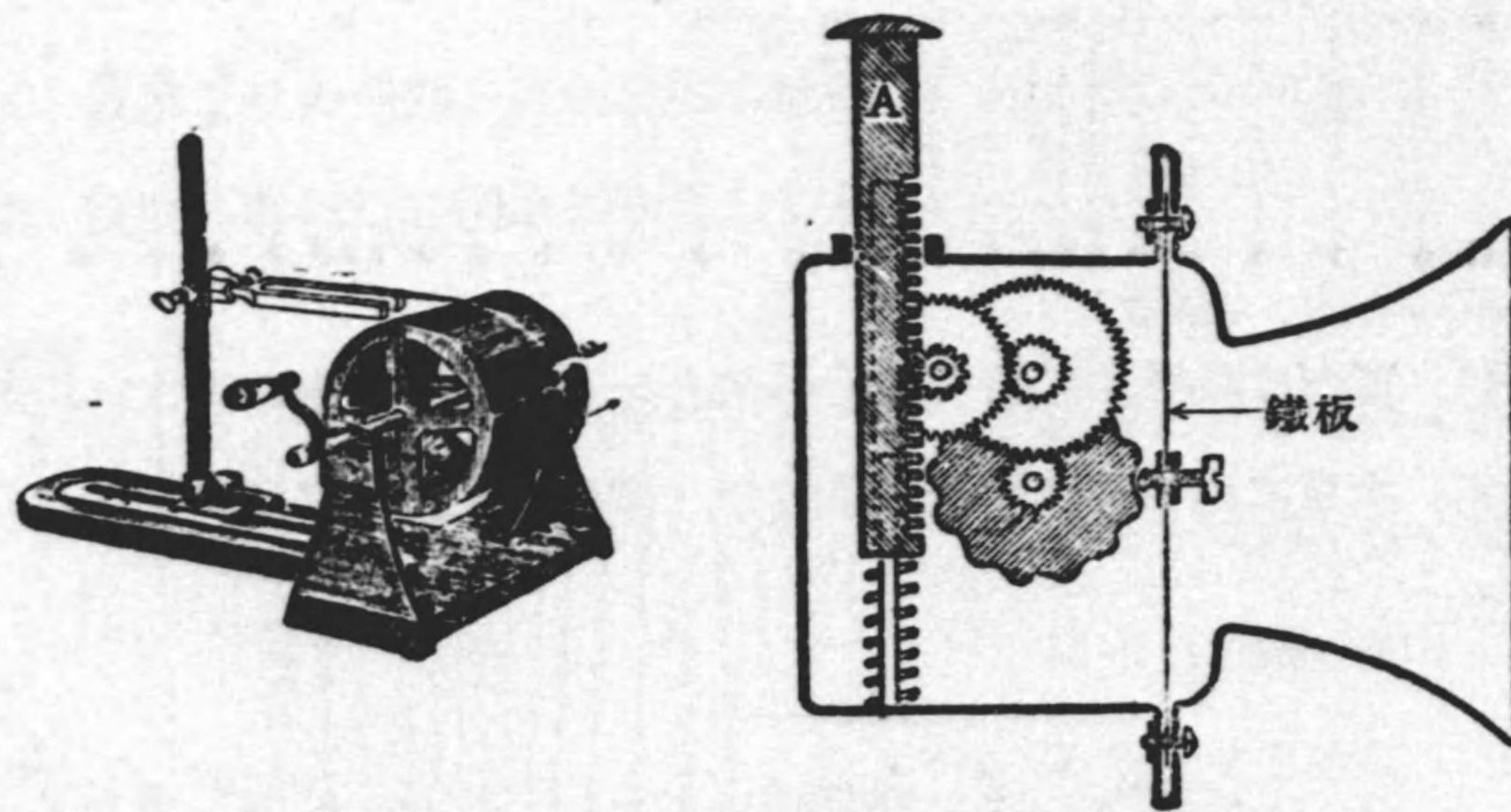
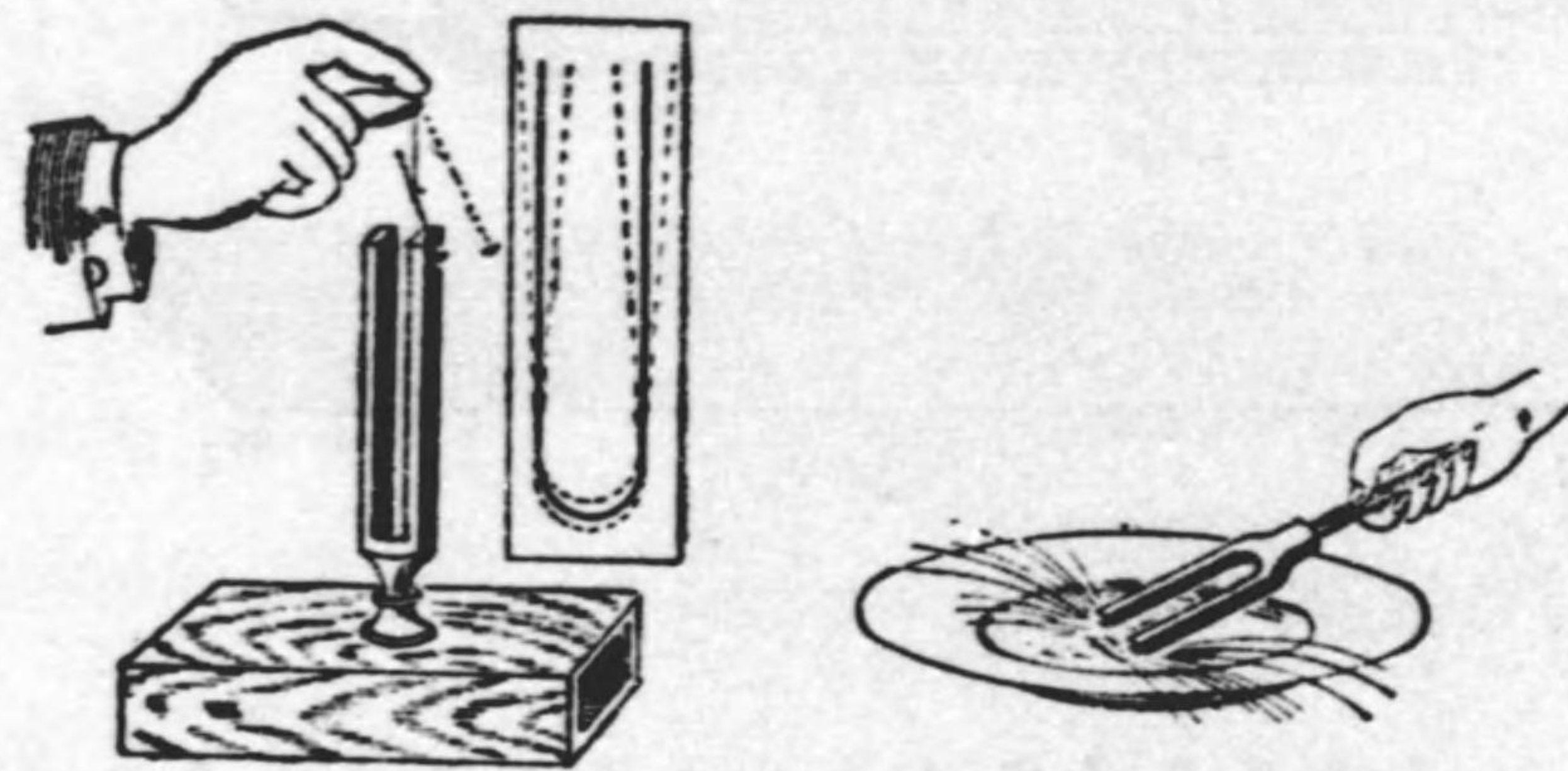
## 第二章 音 波

頁 節  
80 85 音の源。

### 教授要項。

(A) 音の源 には一般の波と同様に必ず物體の振動がある。之を80頁に圖示してあるやうな實驗又は右圖の實驗で窺はせます。

實驗を顯著にするにはコルクよりも頭が陶器で出来てをる止め針を用ひる方が有効であります。



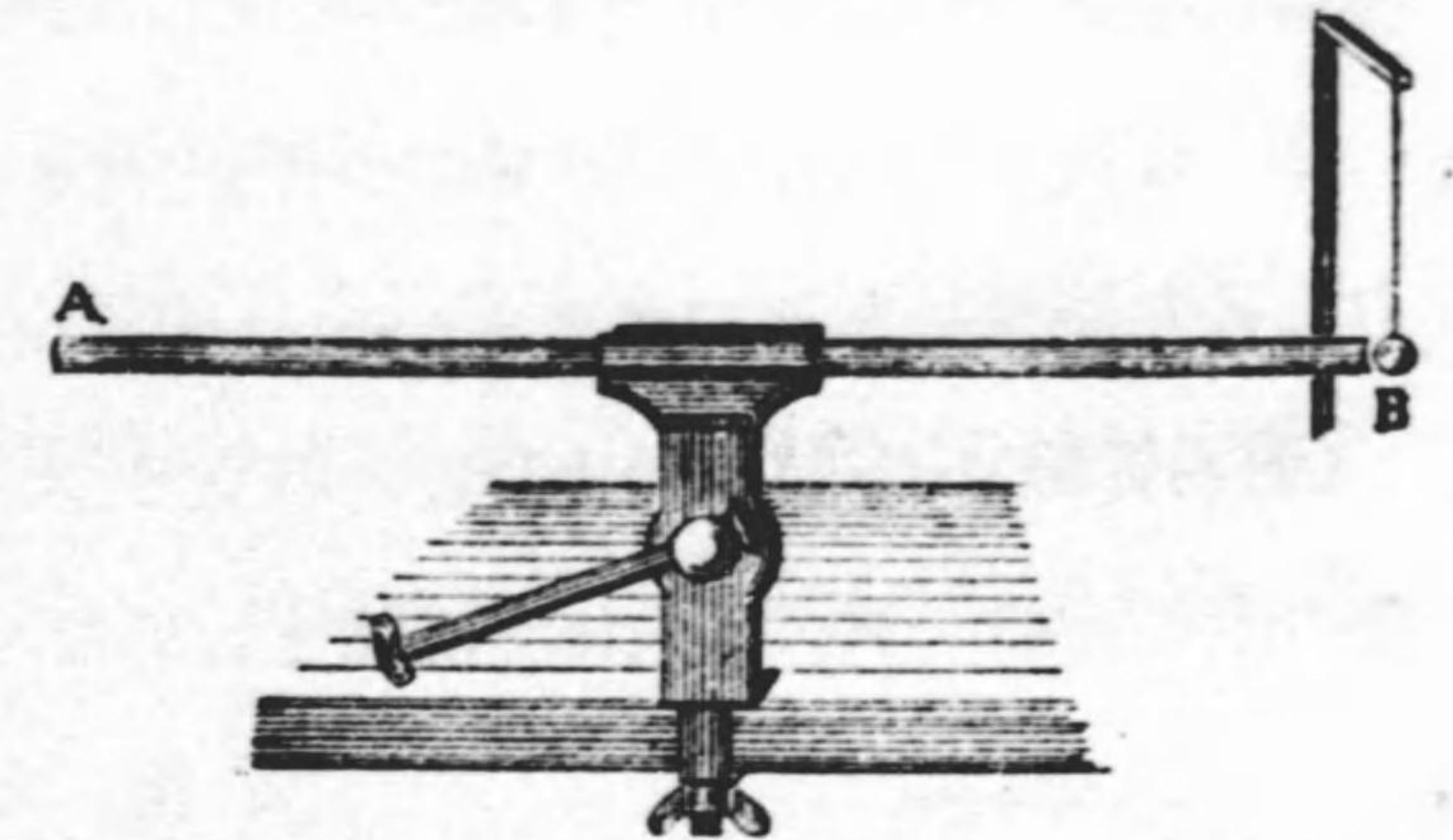
實驗上でその振動の正しい模様を認めしめ、又之を記録させるには上圖左の如き方法がよくあります。

前頁右に圖示せる如き装置があれば、Aを押せば鐵板が振動して大きい音を出します。

急に押して急にはなすと音の高いものが出ます。

(附) 音叉はその上部を弓で引くとよく發音します。木槌で打つよりもこの操作が有効であります。弓を用ひる時は音叉の下半部を強く摩擦するとその倍振動をも出せて好都合であります。

又縦の振動で音を出さすには右圖の實驗がよくあります。圖に於けるAを布を手にして強く握り急に引くと棒は縦に振動して音を出し、木槌球Bは左右に振動します。



(B) 音の感覺 は毎秒16回  $\leftrightarrow$  40000回の振動に對しては起るがそれより少くても、多くても起りません。但し50000回の振動まで音覺を起した人が少數あるとのこととあります。然し之は寧ろ例外と見るべきであります。

(C) 音樂に利用する振動數 は教科書所載の如く毎秒30乃至4000回の間のものであります。

(D) 日常の談話 に用ひる音聲の振動數は男女で少しく相違がありますが、男子は毎秒99乃至140回振動の音を出し、女子は270回乃至550回振動の音聲を用ひます。

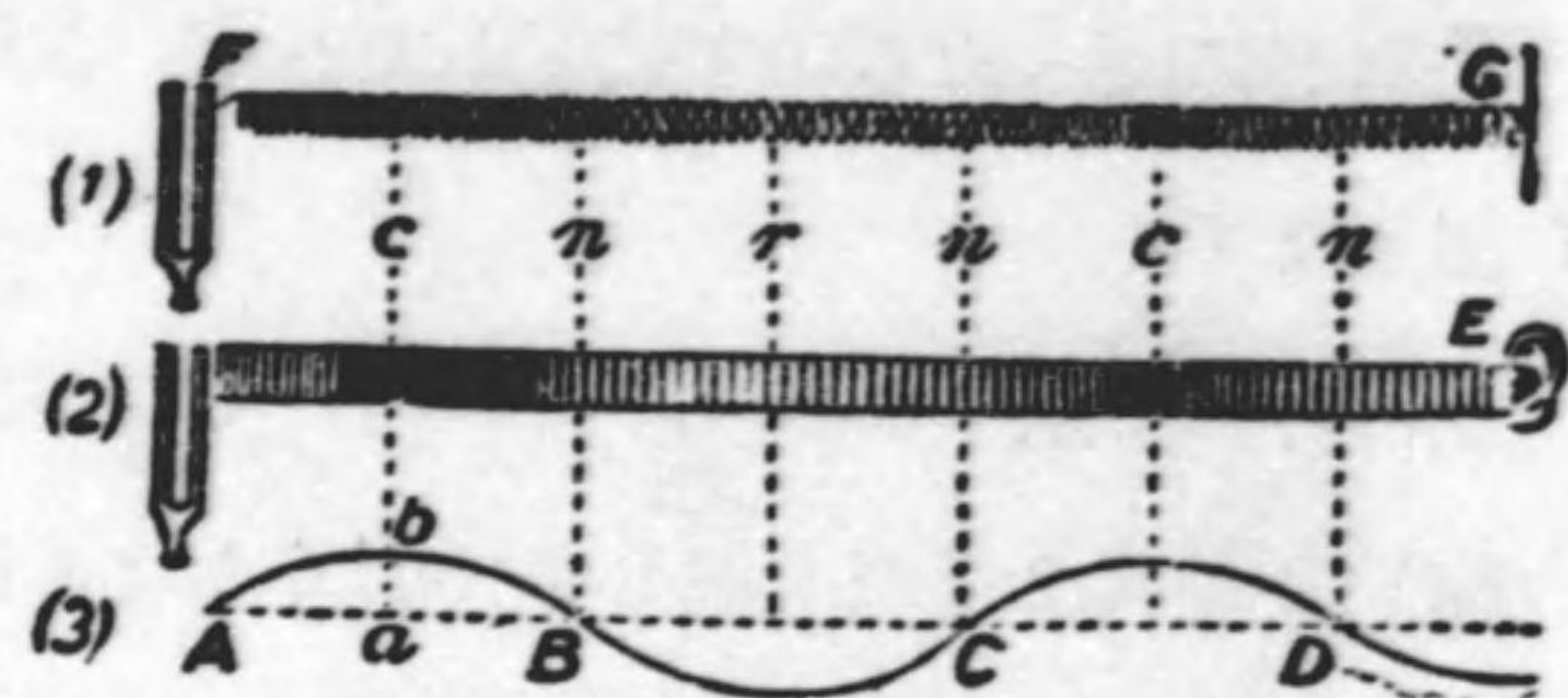
頁 節  
81 86 音の傳播。

(I) 生徒の有す可き筈の舊觀念。尋常六年にて音の媒質の空氣なることを學習してをる筈であります。



(II) 教授要項。

(A) 濃薄の空気層の生成運動を右圖の如き具體的例示又は圖示により解せしめること。

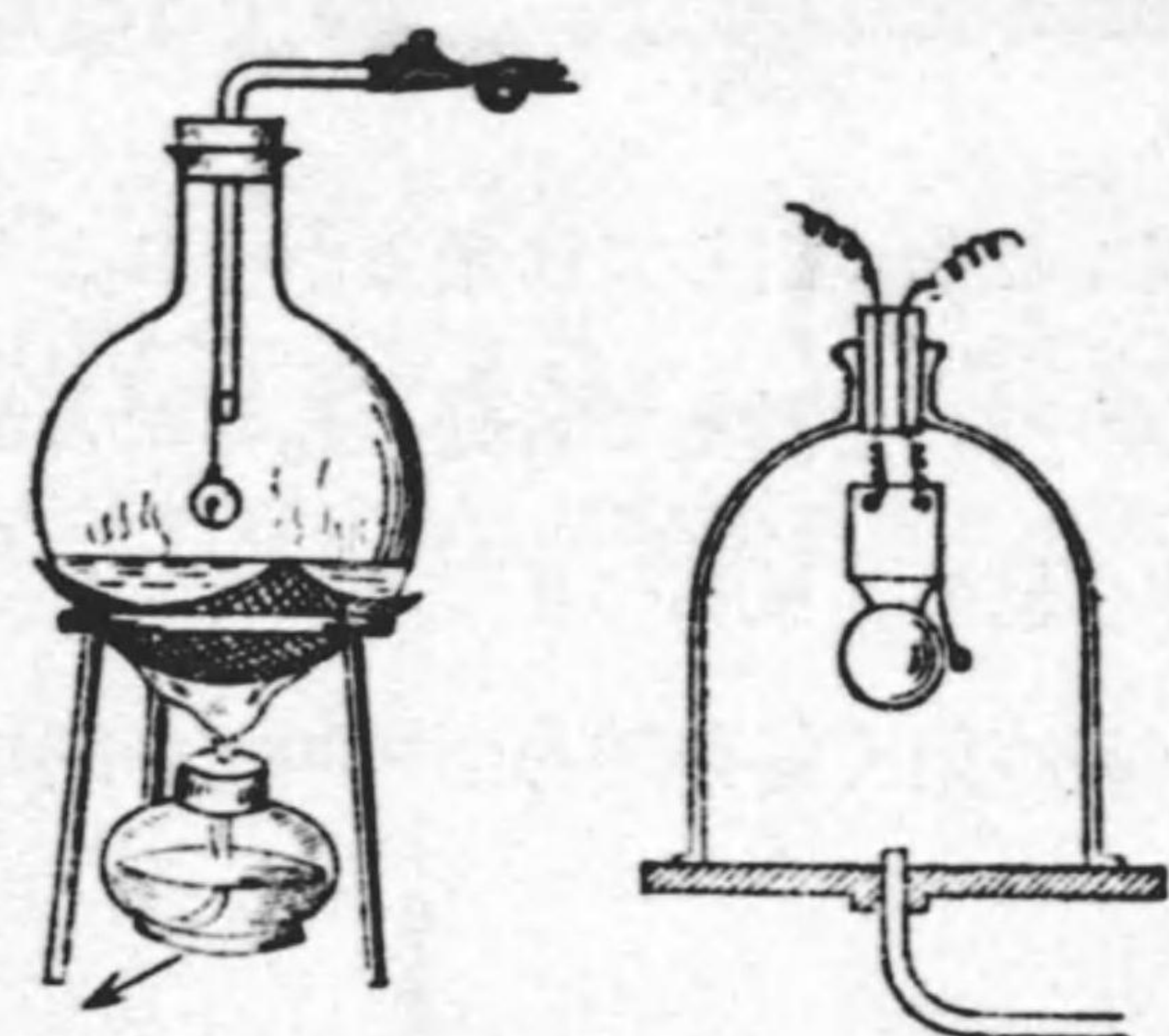


音感を起す過程は餘り深入りせず右圖の程度に止めて他は生理に譲ること。

(B) 媒質 に関しては空気につき充分知らしめた後他にも及ぶべきこと。



(簡易實驗) 下圖の如き装置を組立て少量の水をそのフラスコ内にて沸騰せしめた



後、火を引き密封の上冷却せしめると恰好の真空鈴が出来ます。

之で空氣が音の媒質であることが實證出来ます。

(C) 波動の進行。音波はその媒質の各部が波の進行方向に往復振動するために起るもので、従つて振動する媒質

の相互間に疎密が生成します。

その相隣れる密から密(疎を一つ隔てて)までの距離或は疎から疎までの距離を一波長といひます。

又疎と疎、密と密の如く、一つの波動中その部の振動模様が全く相等しい部分を同一位相といひます。

振源が一振動を完結する間に、波は次から次へと媒質の各部にその振動を傳へて成立するのでありますから、丁度一波長だけ進むこととなります。即

ち一週期の間に一波長だけ進みます。

頁 節  
82 87 音の速度。

(I) 教授要項及び教授上の注意。

(A) 音の波及とその時間 に関する觀念は砲聲の遅れて到達することより考察せしむべきであると思ひます。

この事實、音の速さの測定に利用せられてをる譯でもあり、又生徒が實見してをる事柄でありませうから、有效であると思ひます。

發砲による音の速さの測定には、相隔れる二箇所で、先方の砲聲を聞くと共に交互に發砲して最初より最後までの時間を測り、それでその往復距離を加算したものを割つて求めます。交互に發砲するは風の關係の影響を避ける上から有效であります。

(B) 實測の結果 には多少の相違がありますが零度で毎秒331米の速さを採る人が最も多く、入學試験問題等にもこの値が多く出てをりますので之を採りました。

(C) 溫度昇降につれて増加する速さ は0.6秒米がよいのでありますが普通にはこの計算から出した9秒米を零度の331秒米に加へ340秒米として15°Cの氣溫の速さを示してをるのもあります。之は参考書を読む生徒から質問を受ける一項であります。

音の速さ

空 氣	331秒米(0°C)
炭酸ガス	259
水 素	1280
水	1400
鋼 鐵	5000
硝 子	4000

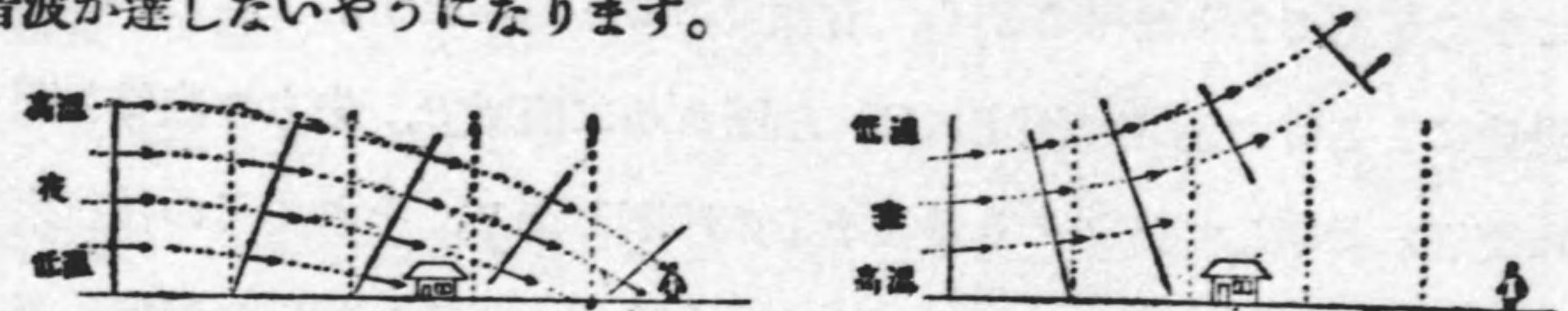
(D) 他物質中の速さ は只こんなものもある位の程度でよいのでありますから上表を利用して大略を知らしめるとよいと思ひます。

(II) 添加、取捨資料。



(A) 夜間音の遠達する理由 は気温の関係が主要素であつて、四面の静肅は有力な条件でないのでありますから、この點に留意する必要があります。

夜間は地面に近く接した空氣の溫度が低く、上空の空氣の溫度が高いので、上方の音波は速かに進み、下方の空中の音波は遅く進みます。それで遠方の所へは上方に向つたものまで舞ひ下つて来てよく音を傳へることとなります。晝間は之と反對で地面に接してをる気温が比較的に高いので下方を進む音波が速かで上方が遅く、次第に舞ひ上つてしまつて途中で物でもあると遠方には音波が達しないやうになります。



頁 節  
82 88 音の反射。

教授要項。

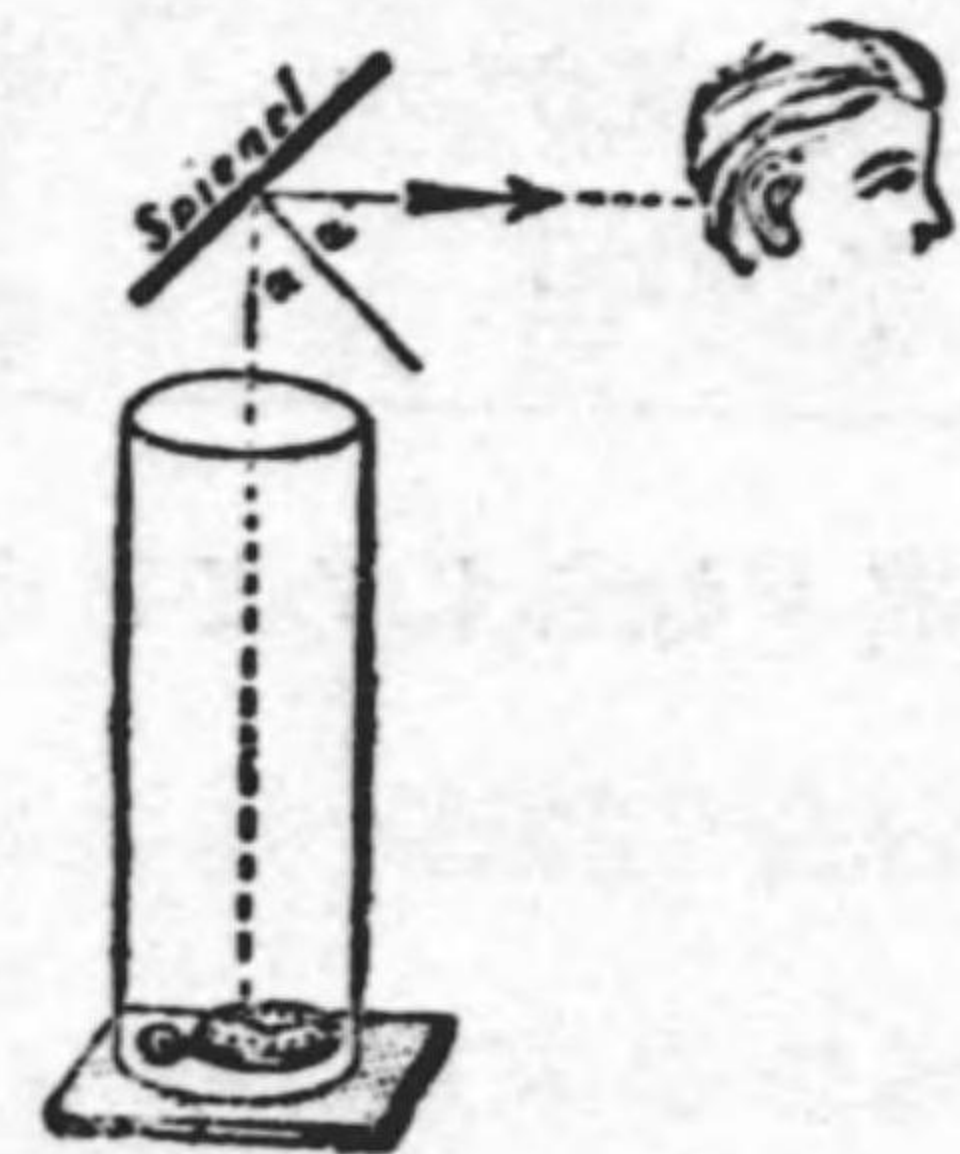
(A) 疎密波反射の具體的實驗を長い螺旋で行つて見て、類推的に音波の反射する模様を考察させます。

(B) 反射の實驗。右圖の如き方法によるのが好都合であります。

(方法) (I) 時計と耳との間に布を置いて時計の音を聞かしめる。

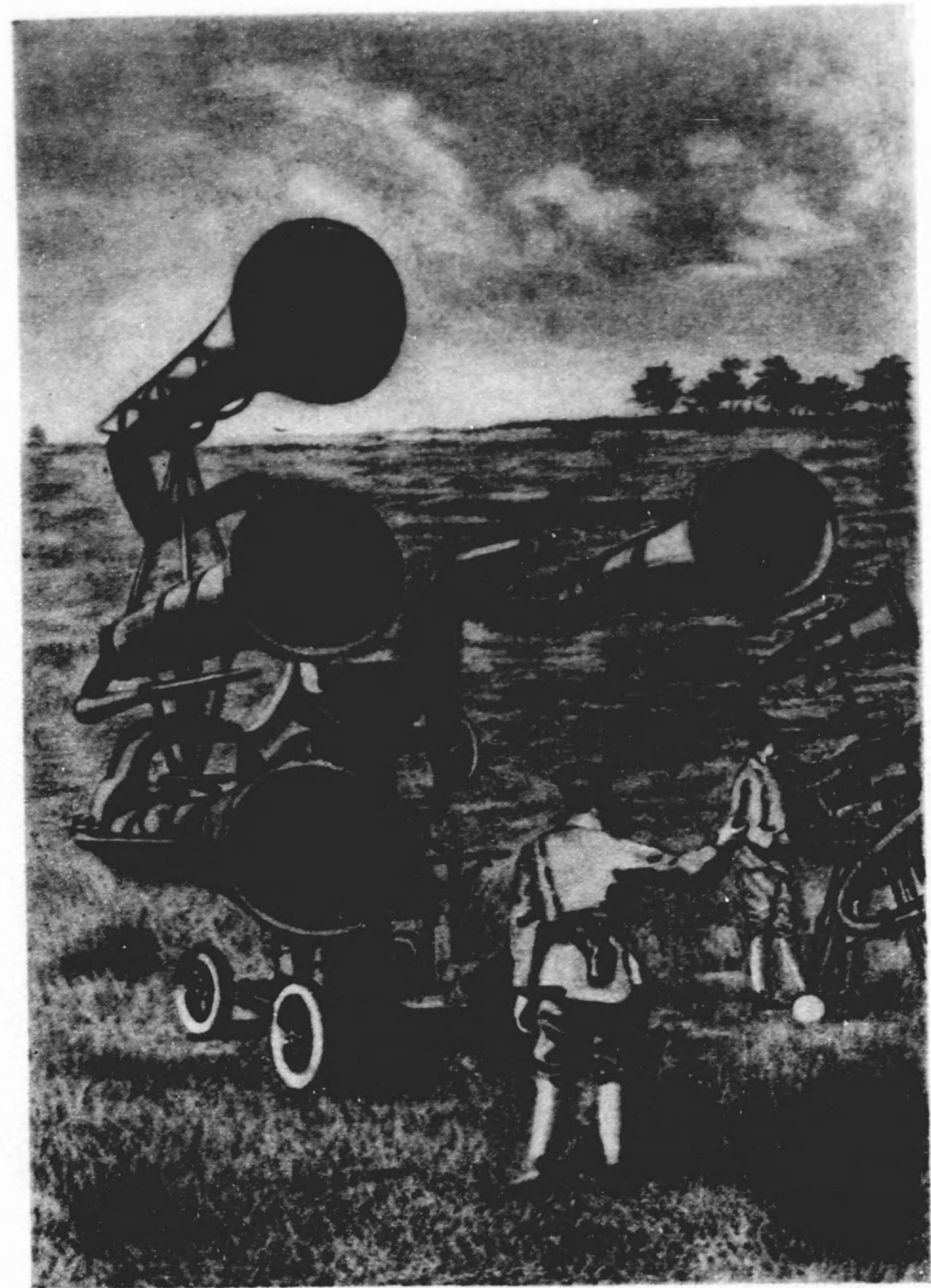


(II) 布を水中に入れて多量の水をつけた前後位置に置くと、水面は完全に音を反射するから濕布で隔てられると時計の音が少しも聞きとれなくなります。



又或る角度をなして反射する場合の實驗には左圖のやうな方法が適切であります。

(C) 反射する次第を圖示して適確に反射の模様を

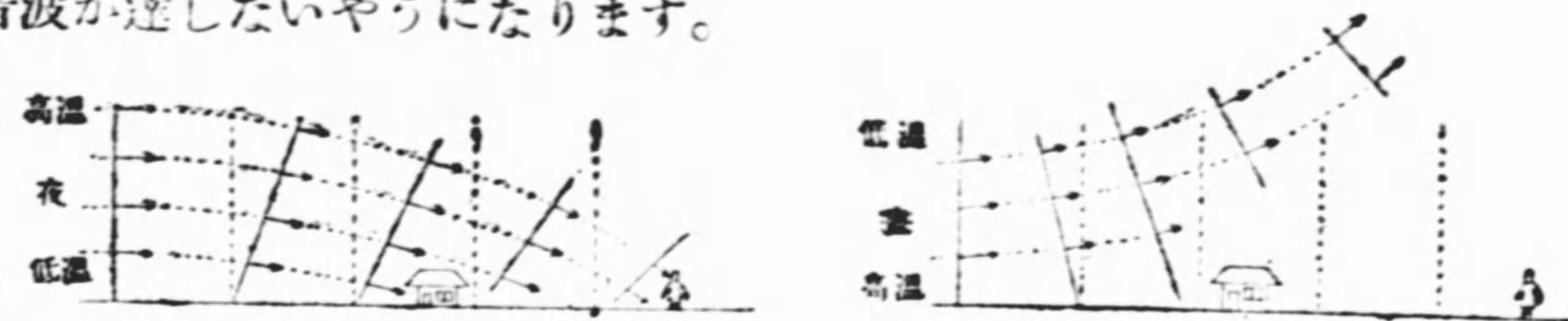


聽 音 装 置



(A) 夜間音の遠達する理由 は気温の関係が主要素であつて、四面の静肅は有力な條件でないのでありますから、この點に留意する必要があります。

夜間は地面に近く接した空氣の溫度が低く、上空の空氣の溫度が高いので、上方の音波は速かに進み、下方の空中の音波は遅く進みます。それで遠方の所へは上方に向つたものまで舞ひ下つて来てよく音を傳へることとなります。晝間は之と反對で地面に接してをる気温が比較的が高いので下方を進む音波が速かで上方が遅く、次第に舞ひ上つてしまつて途中で物でもあると遠方には音波が達しないやうになります。



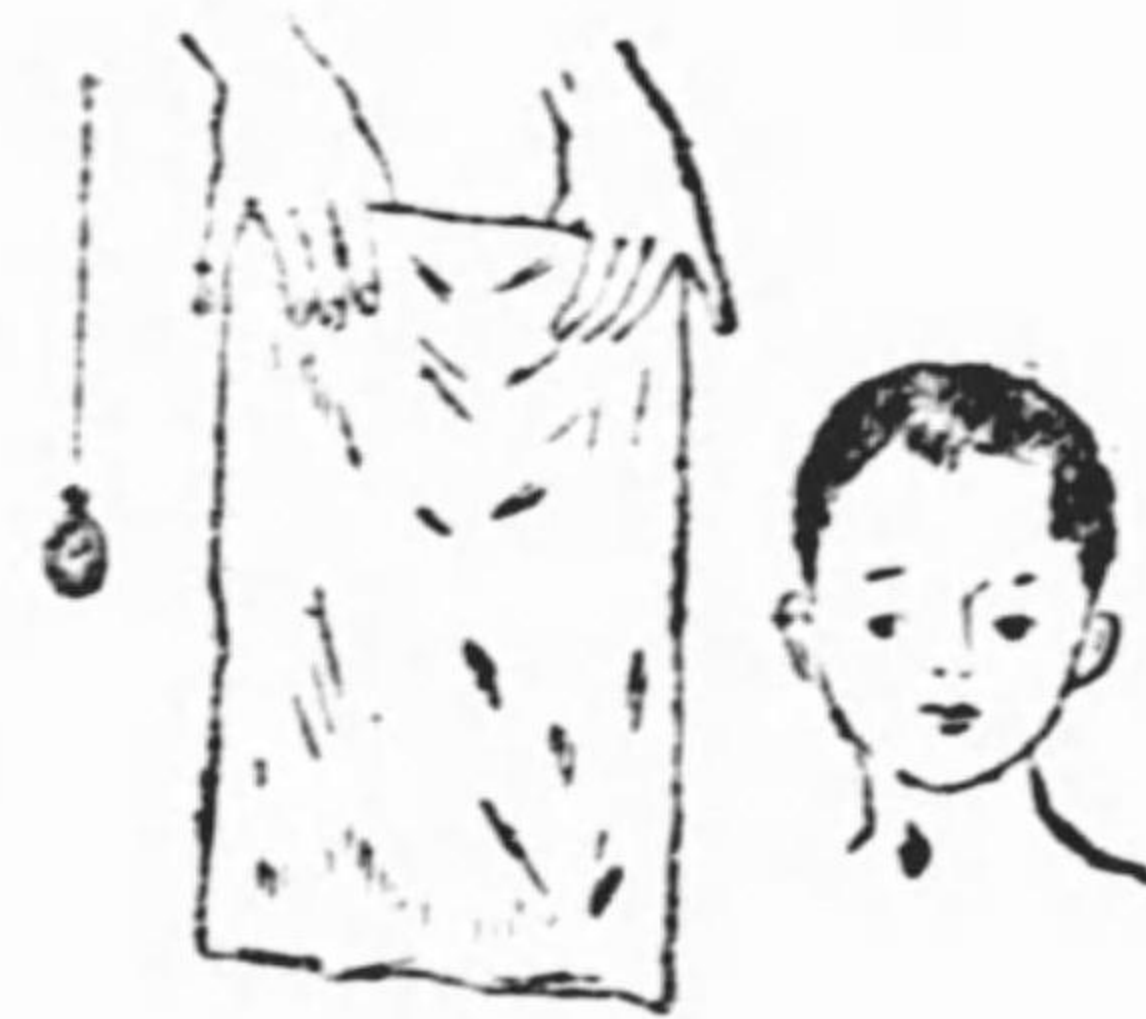
頁 節  
82 88 音の反射。

### 教授要項。

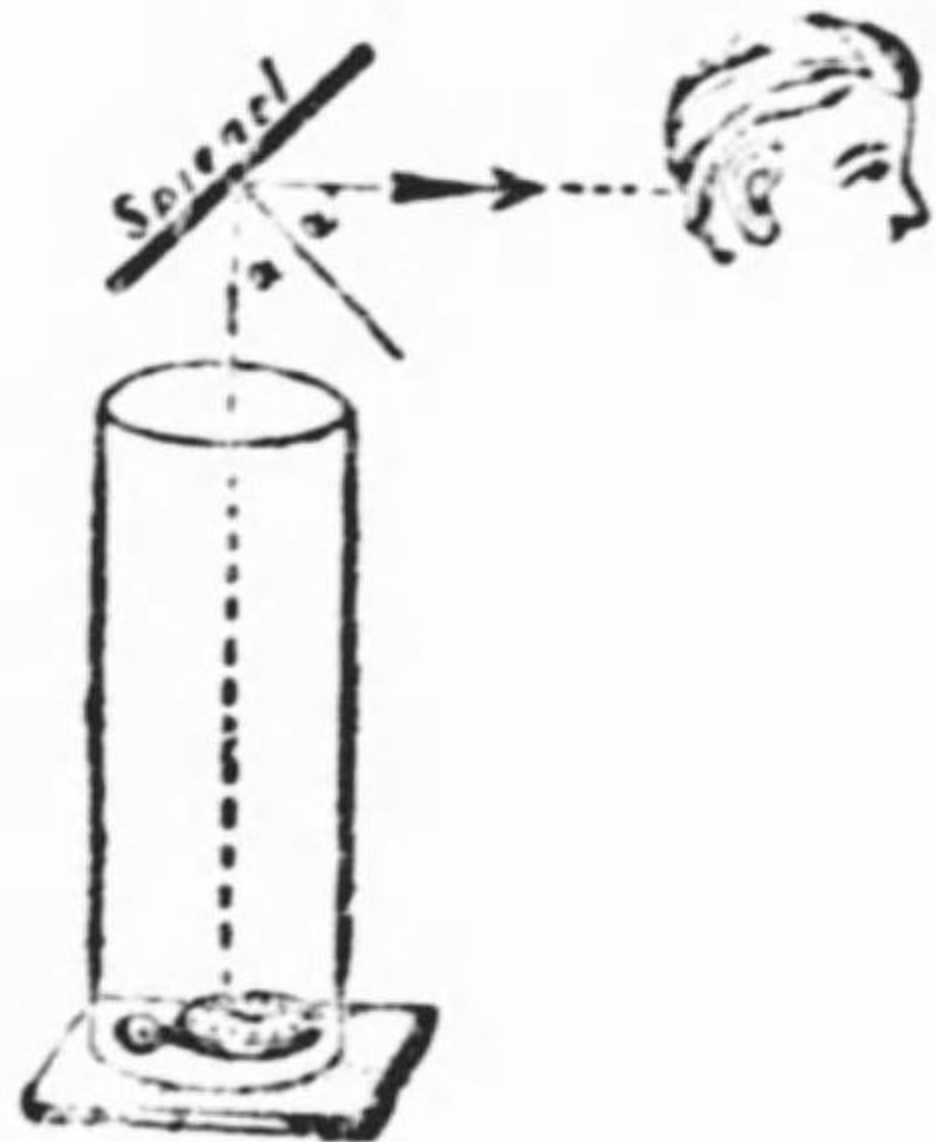
(A) 疎密波反射の具體的實驗を長い螺旋で行つて見て、類推的に音波の反射する模様を考察させます。

(B) 反射の實驗。右圖の如き方法によるのが好都合であります。

(方法) (I) 時計と耳との間に布を置いて時計の音を聞かしめる。

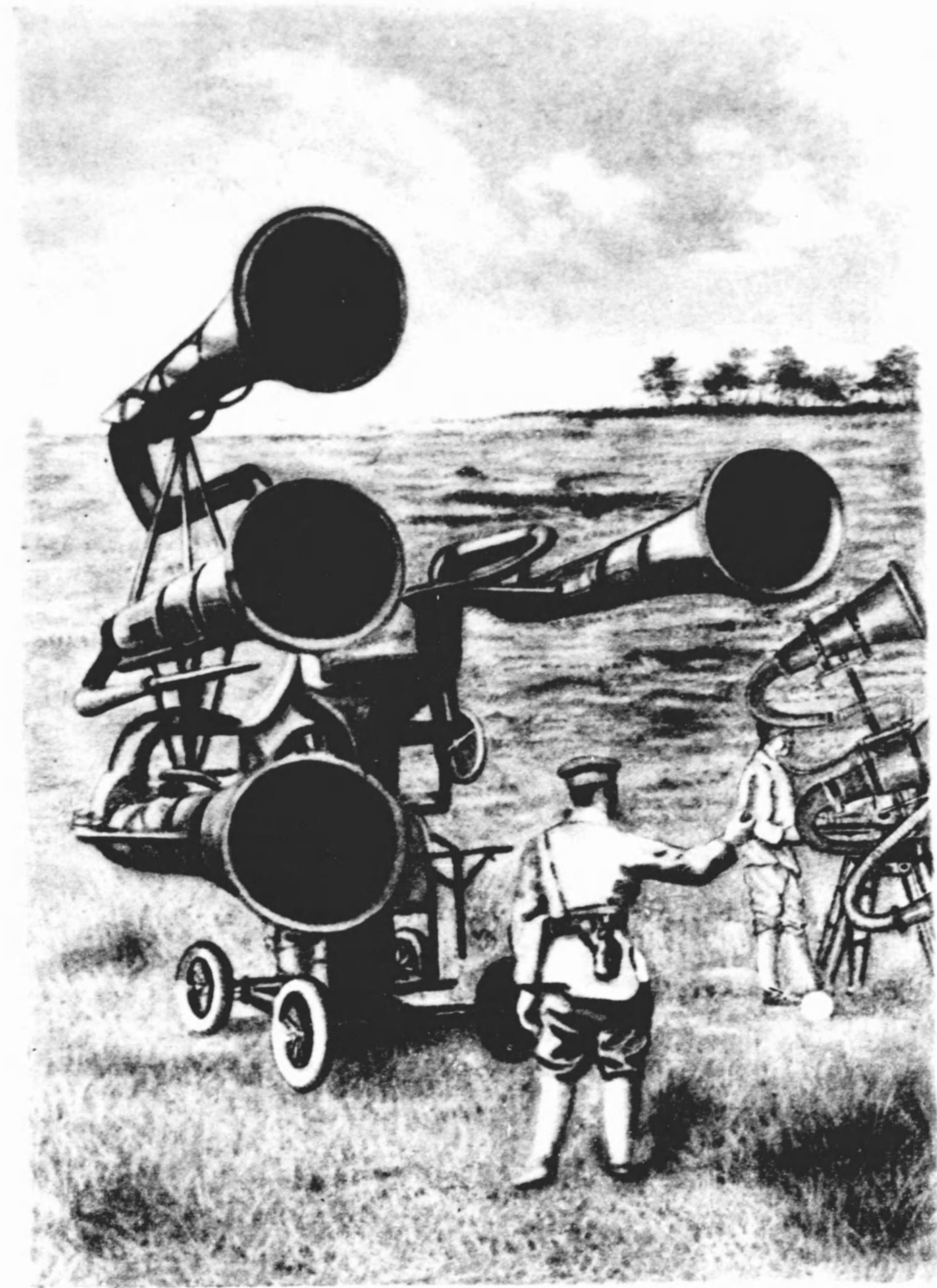


(II) 布を水中に入れて多量の水をつけた前後位置に置くと、水面は完全に音を反射するから濕布で隔てられると時計の音が少しも聞きとれなくなります。



又或る角度をなして反射する場合の實驗には左圖のやうな方法が適切であります。

(C) 反射する次第を圖示 して適確に反射の模様を

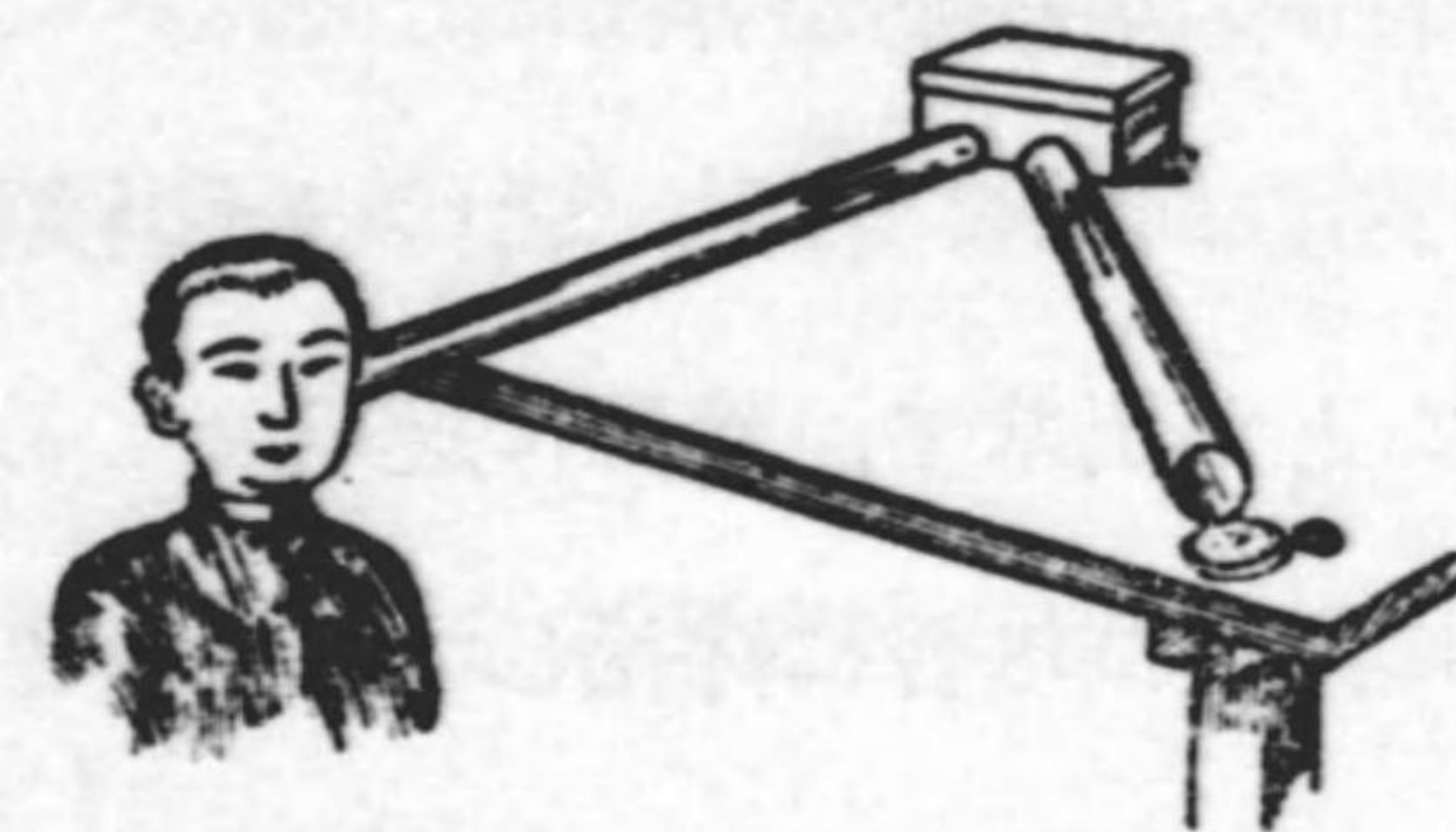


聽 音 装 置



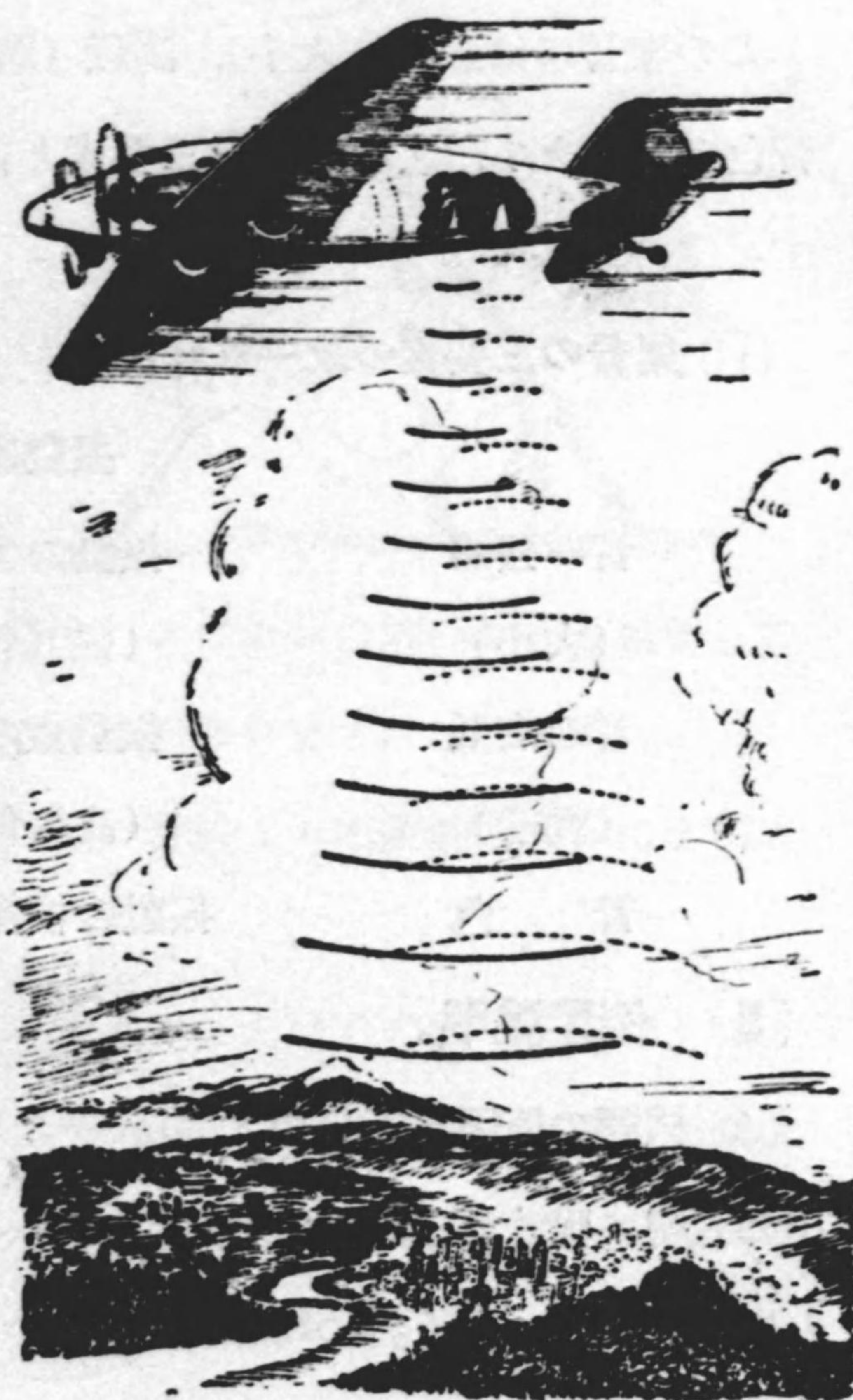
知らしめます、之には82頁の挿繪を利用します。

又右圖の方法により正しき反射に對する概念を與へるのもよいかと思ひます。



この場合の反射は光の反射の場合と聯絡をとれば一層有效であると思ひます。

(D) 反射音に對する實例。高き建築物其の他よりの反響、飛行機上で地面の反響を利用して距離の測定、山彦、日光に於ける啼龍等。



頁 節  
83 89 樂 音

(I) 生徒の有す可き舊の觀念。

尋常六年で音の強弱と高低等は學習済みでありますが音色のことはこゝで初めてです。

(II) 教授要項。

(A) 樂音と噪音との區別。

	振 動	連續性	聽く人の感じ	發音體の例
噪 音	不規則な振動	切れ切れの音	不快感	物の倒れる音、子音
樂 音	規則正しい振動	連續的の音	快感	オルガン、音叉

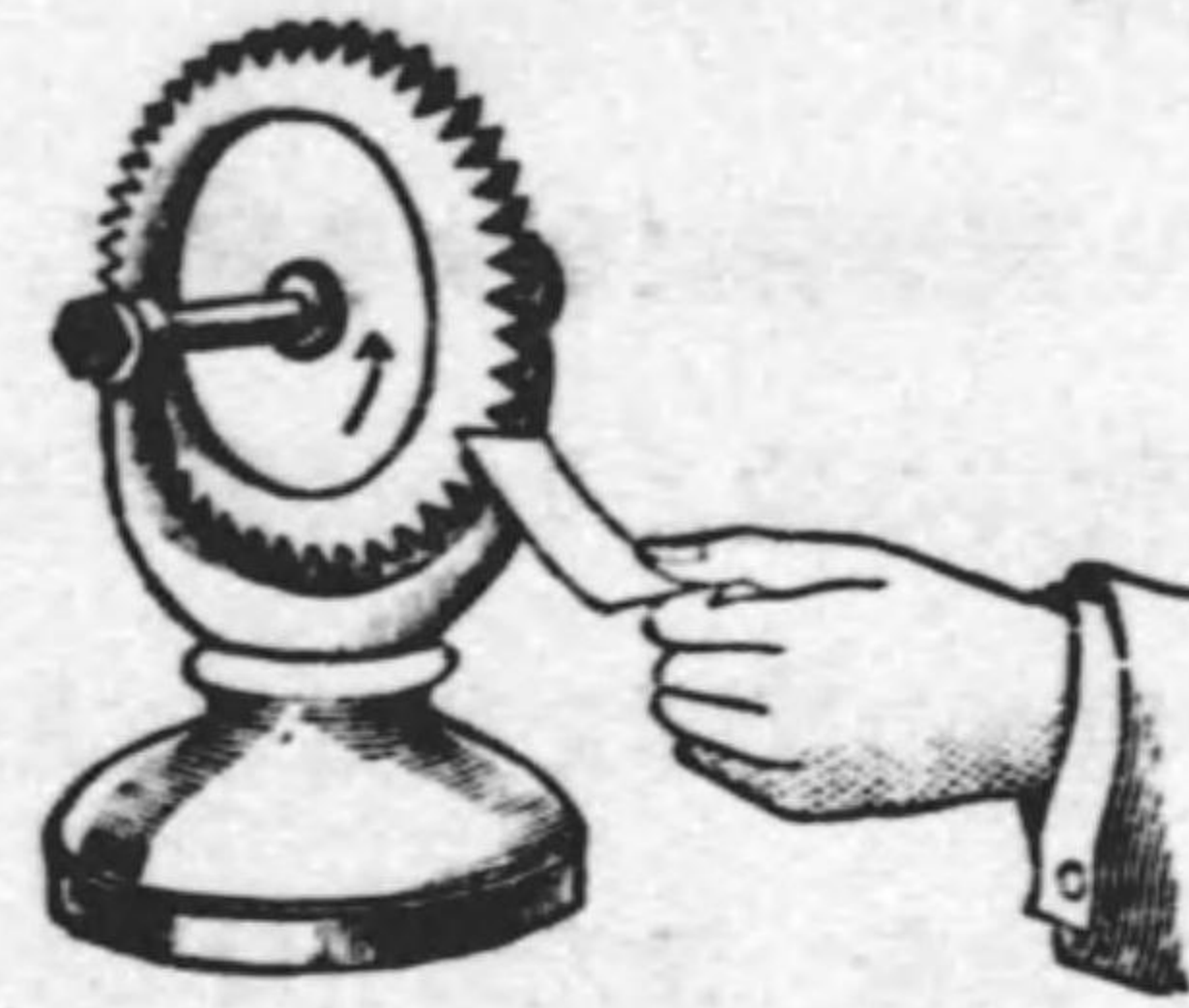


(B) 區別例。母音は連続して之を發することが出来るから樂音で、聲帯の規則正しい振動が音源になる。

子音は口腔、鼻孔、舌等の不規則振動で瞬時的に出る噪音で、連続せしめることが出来ず、無理に連続せしめると笑聲の如く切れ切れに出るか、或は遂に同列の母音に轉化してしまひます。

(C) 連續性を帯びて樂音に近い噪音。齒車が厚紙片を動かすのを連続せしめると一種の樂音となります。

この樂音には強弱(大小)、高低(調子)、音色があります、之を樂音の三要素と言ひます。

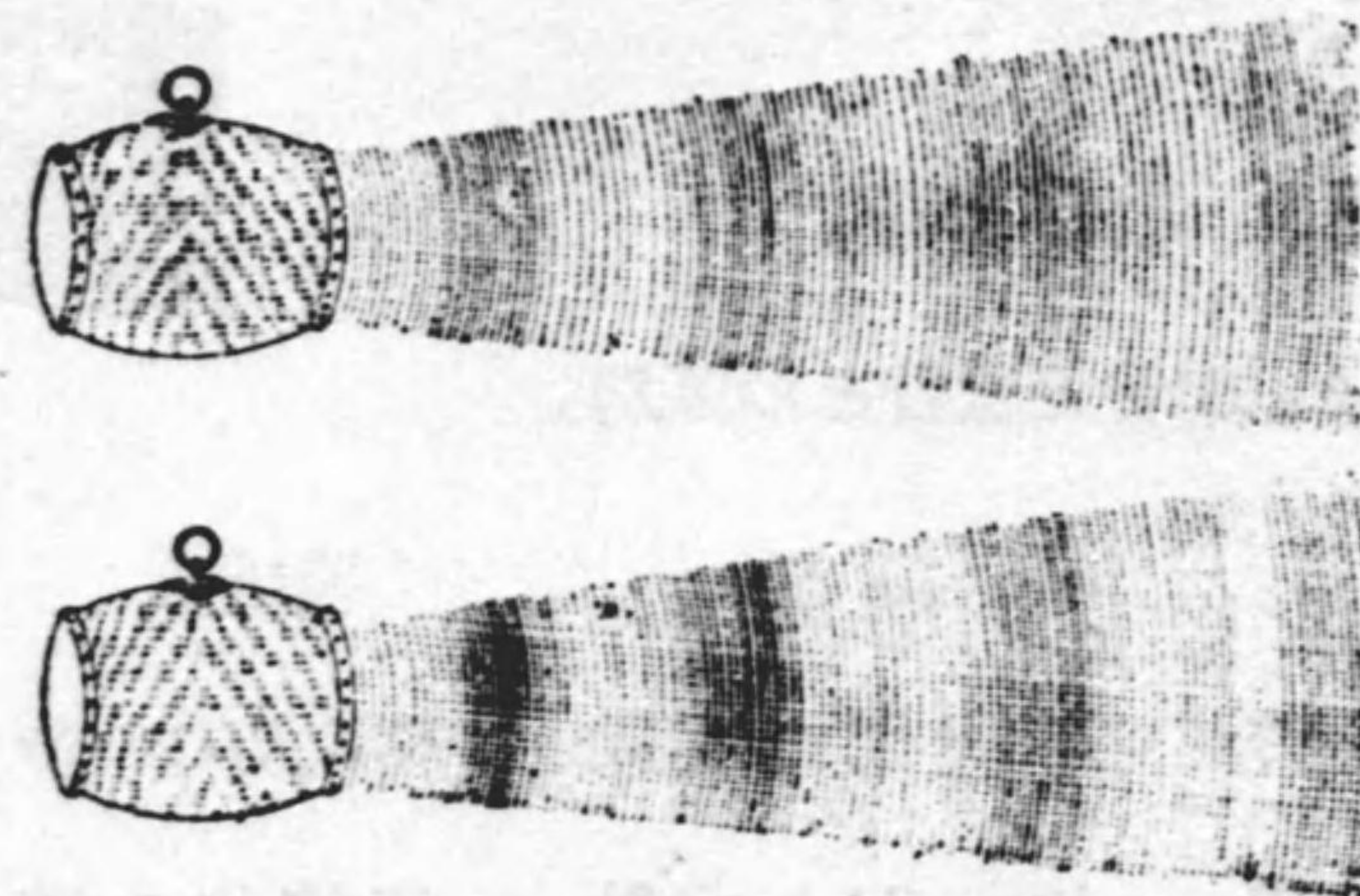


(D) 樂音の三要素の統一整理要項。

	振動體	音 波
音の強弱 (大小)	振動の大小 (強)(弱)	振幅の大小
音の高低 (調子)	振動数の多少 (高)(低)	波長の長短 (高)(低)
音 色	振動の様子の相違	波形の相違

(II) 例證説明。

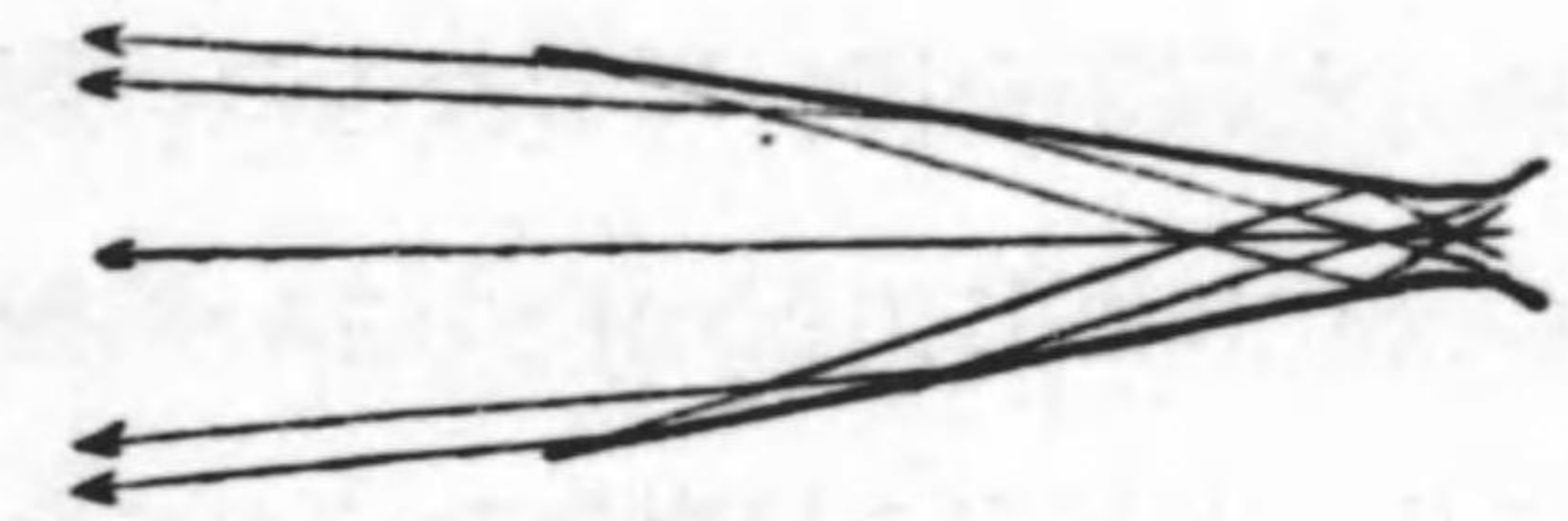
(A) 強弱の原因 = 振幅の大小の説明。強く打つ時の太鼓の皮の振動と、弱く打つ時の太鼓の皮の振動とを比べると太鼓を上下に置き、その皮の上に砂を置いて打つて見ると砂の飛び上がる程度からそ



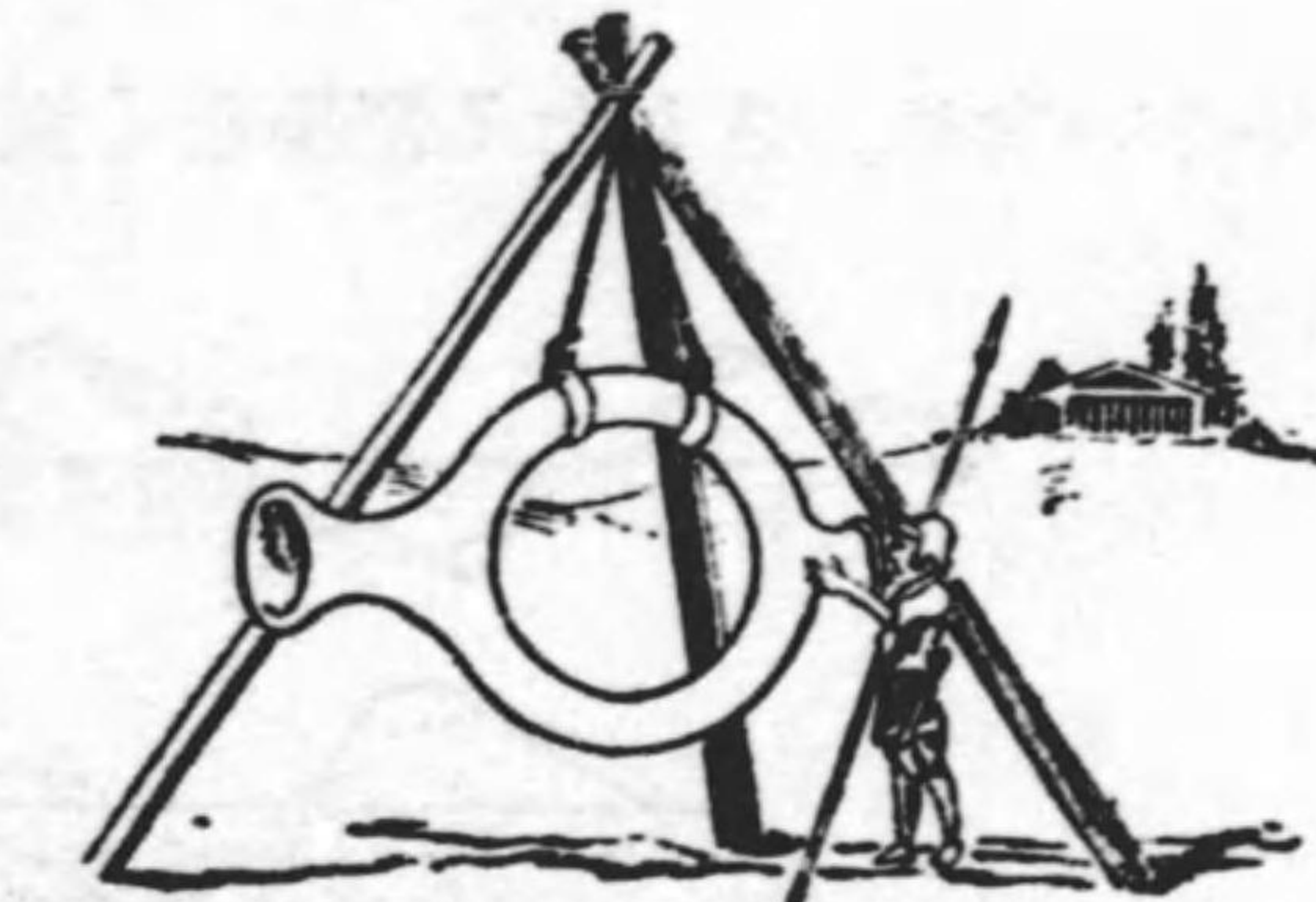
を窺ふことが出来ます。

(B) 遠達するにつれて音の弱くなることの説明。音波が廣い場面に擴るから、振動に要するエネルギーを附與する媒質が多くなり、次第に振幅を減ずるためであります。

(C) 遠達音を弱めない工夫。之には四方に擴るのを必要方向である一方のみに向ける工夫が必要で、メガホン、聴診器等はこの目的を達するために好都合に出来てをります。



右圖はアレキサンダー大王の用ひたもので、今日のメガホンに當り、遠方の兵士に命令を發するのに用ひたとのことであります。



長い頸を有する鳥の鳴き聲が遠方まで達するのは、頸そのものが聴診器の管や、メガホンの筒の如き役目をしてその聲帯から出る音を一方のみに向けるためであります。

(D) 高低の原因に關し推究。教科書所載の實驗より振動数の多少によることを認めさせます。

(E) 音樂に於けるオクターブの話。「オクタ」とは八の意でありまして、音樂の音階が或る振動数の音、例へばドー(do)とその振動数が2倍である次の(do)との間に六音を入れてあるため、第八番目にはその振動数が2倍になることに即した名であります。

(F) 男子と女子との日常談話に於ける音聲の振動數 につき教科書所載の事項を知らせます。

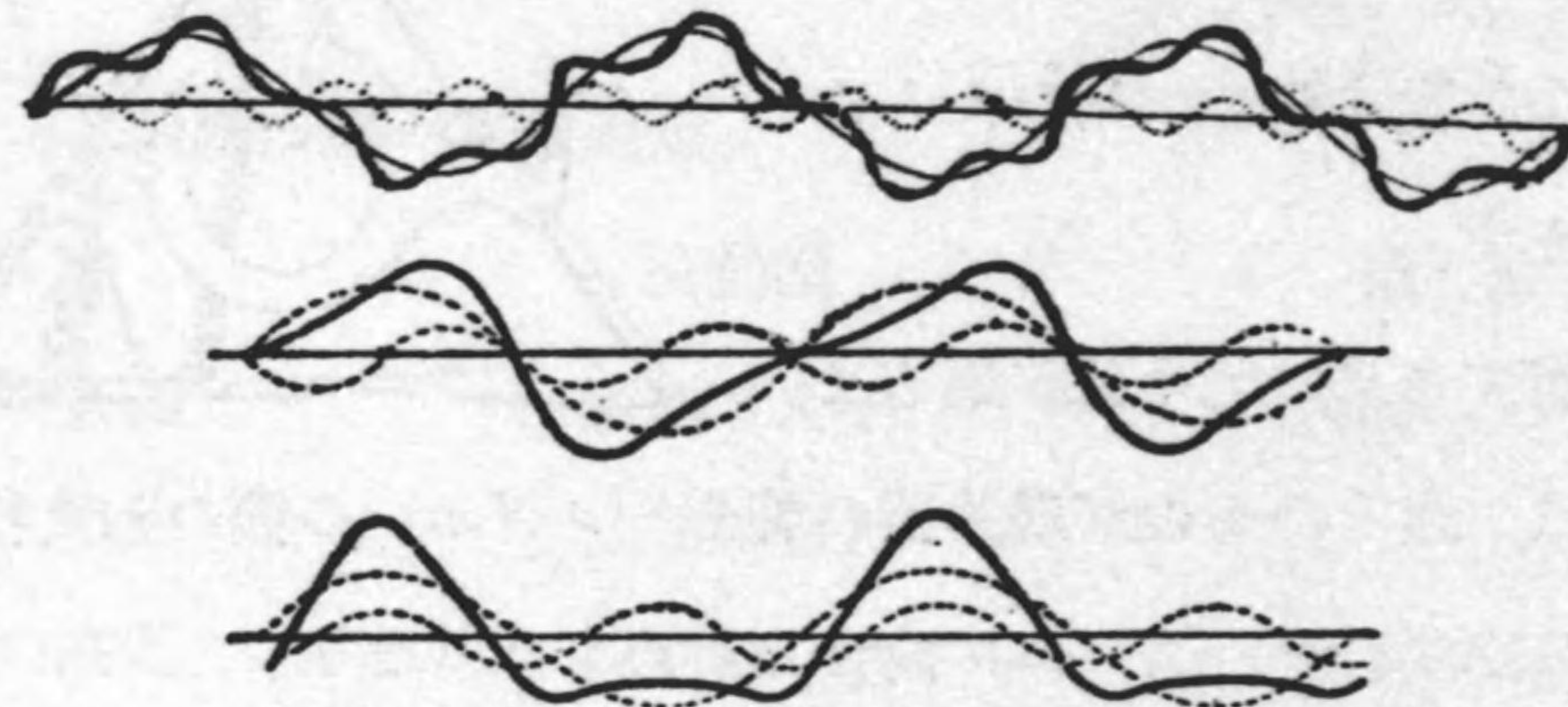
(G) 音色の別が出来る原因。同一の強さと、同一調子とで以て發音しても、(ア-)と、(イ-)と、(ウ-)とで音が區別出来ます。この場合に聲帯の振動



は振幅も、振動数も同一でありますから何れもの調子や強さが同一なのでありますが、呼気の出口の口形が異なるために、振動體即ち口腔内の空氣の振動の様子が違つて來て特別な音色が出來ます。

(H) かく發音體の振動の様子が違ひますと音波にはどんな影響を及ぼすかを考察すること。

強さと調子を同一にしたものに對しその發音部の形狀を變化させますと、その變化に應じて振幅の小さい副振動が起ります。この副振動は多く主振動の2倍、3倍等の振動数を持つてをりますが、副振動が主振動に比して著しく小さいため、さしたる影響なく僅かに主振動の波形のみを變化させます。



原音に伴生する小振幅の倍音の波及び合成波形



## 84 90 音の干涉。

實驗より入り意義を明かにすること。

(A) 干涉の實驗。方法が簡易で説明も容易、且つ理解も早いものは發音しつつある音叉を耳に近い所で廻す實驗だと思ひます。

干涉の様様を視覺に訴へて理解せしめるには水銀中に發音音叉の附屬伸針

を挿入して波動を起さしめるがよいと思ひます。又干涉管によつて實驗するのもよいと思ひます。

(B) 干涉の意義 は二音波が相合して音の減衰又は絶滅を起す現象として取扱ふべきで、二音波が相合して音の強まる場合のことは干涉の内に加へないのがよいと思ひます。

(C) 干涉の起る場合のこと。同一音波が波及の方向を異にする場合に起るものに對しては二途の差が半波長の奇數倍の場合に最も著しいことを力強く説けばよいと思ひます。

## 85 91 喰り。

(I) 教授要項。實驗より入り意義を明かにすること。

(A) 喰りの實驗。

- (1) 振動数の差のない二音叉を同時に鳴らすこと。
- (2) 振動数相等しい二音叉の一方に少しく針金を捲きつけて振動数の差をつくり、それを同時に鳴らすこと。

(B) 喰りの定義。振動数の差の僅かなる二發音體を同時に鳴らす時その合成音波が強弱の變化の交互に消長する音を生ずる現象をいふ。

(C) 圖解と附説。教科書の挿繪によること。

半波長の喰ひ違ひで音波は疎密相殺して消失し、一波長の喰ひ違ひで疎々、密々相合して強き合成音を生ずるので一波長の喰ひ違ひを生ずる間に一回喰ることになります。

従つて一秒間の振動数の差が $x$ 回喰ることになります。

(II) 參考資料。

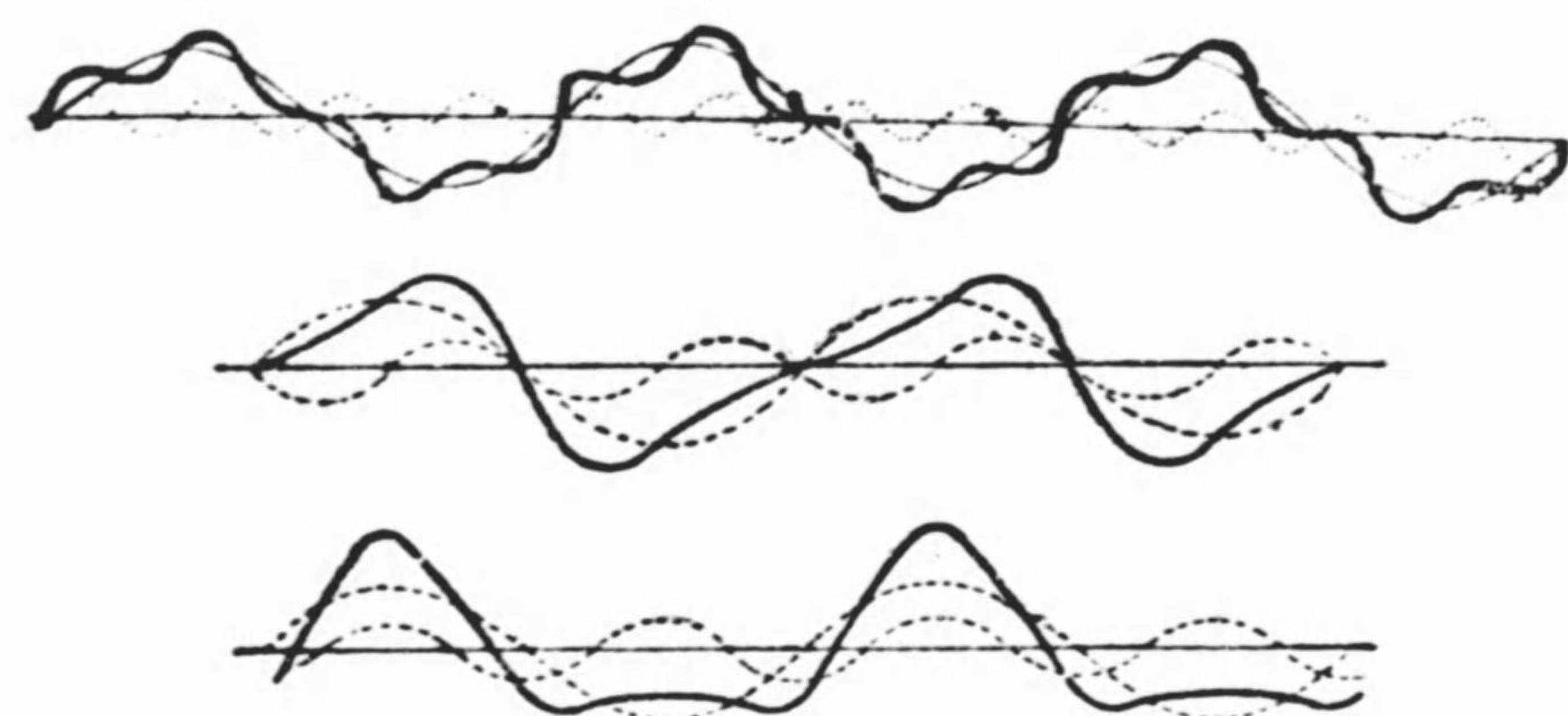
(A) 一秒間の喰りの數の計算。若し二つの發音體の一秒間の振動数を $m$ 、 $n$ とし、その二音から出來る一秒間の喰りの回数を $x$ とすると、一回喰る間



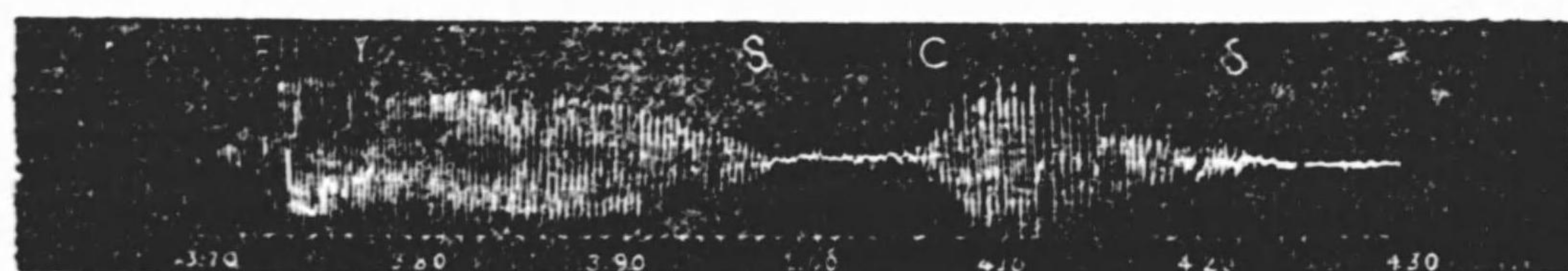
は振幅も、振動数も同一でありますから何れもの調子や強さが同一なのでありますが、呼気の出口の口形が異なるために、振動体即ち口腔内の空気の振動の様子が違つて来て特別な音色が出来ます。

(H) かく發音體の振動の様子が違ひますと音波にはどんな影響を及ぼすかを考察すること。

強さと調子を同一にしたものに對しその發音部の形狀を變化させますと、その變化に応じて振幅の小さい副振動が起ります。この副振動は多く主振動の2倍、3倍等の振動数を持つてをりますが、副振動が主振動に比して著しく小さいため、さしたる影響なく僅かに主振動の波形のみを變化させます。



原音に伴生する小振幅の倍音の波及び合成波形



### 84 90 音の干渉。

實驗より入り意義を明かにすること。

(A) 干渉の實驗。方法が簡易で説明も容易、且つ理解も早いものは發音しつつある音叉を耳に近い所で廻す實驗だと思ひます。

干渉の様を視覚に訴へて理解せしめるには水銀中に發音音叉の附屬伸針

を挿入して波動を起さしめるがよいと思ひます。又干渉管によつて實驗するのもよいと思ひます。

(B) 干渉の意義 は二音波が相合して音の減衰又は絶滅を起す現象として取扱ふべきで、二音波が相合して音の強まる場合のことは干渉の内に加へないのがよいと思ひます。

(C) 干渉の起る場合のこと。同一音波が波及の方向を異にする場合に起るものに対しては二途の差が半波長の奇數倍の場合に最も著しいことを力強く説けばよいと思ひます。

### 85 91 唸り。

(I) 教授要項。實驗より入り意義を明かにすること。

(A) 唸りの實驗。

- (1) 振動数の差のない二音叉を同時に鳴らすこと。
- (2) 振動数相等しい二音叉の一方に少しく針金を捲きつけて振動数の差をつくり、それを同時に鳴らすこと。

(B) 唸りの定義。振動数の差の僅かなる二發音體を同時に鳴らす時その合成音波が強弱の變化の交互に消長する音を生ずる現象をいふ。

(C) 圖解と附説。教科書の挿繪によること。

半波長の喰ひ違ひで音波は疎密相殺して消失し、一波長の喰ひ違ひで疎々、密々相合して強き合成音を生ずるので一波長の喰ひ違ひを生ずる間に一回唸ることになります。

従つて一秒間の振動数の差が $x$ 回唸ることになります。

(II) 參考資料。

(A) 一秒間の唸りの數の計算。若し二つの發音體の一秒間の振動数を  $m$ ,  $n$  とし、その二音から出來る一秒間の唸りの回数を  $x$  とすると、一回唸る間



の時間は  $\frac{1}{x}$  秒であるから、その間の両方の振動数は  $\frac{m}{x}$  及び  $\frac{n}{x}$  である。

$$\text{依つて } \frac{m}{x} = \frac{n}{x} + 1 \quad \text{即ち } m = n + x \quad \therefore m - n = x$$

となる。即ち一秒間の唸りの数は二發音體の振動数の差に當ることになります。

(B) 差音。  $m$  及び  $n$  なる振動数の二音を同時に聞くと、その兩音を判別し得るのみならず、振動数  $m - n$  に等しい第三音をも聞くことが出来る。この第三音 ( $m - n$ ) を差音 (Differential tone) といひます。

この二音の振動数の差が小さい間は唸りを聞くのであるが、その差が大となるに従つて唸りの數も増大し、その數が或る一定の大きさを超えるに至れば、人はそれ等を別々の音として聞かなくて一つの音として認識し差音を判別するのであります。

### (II) 問題の取扱。

86頁問. 一音又の振動数は前段より  $320 \pm 4$

又後段より  $330 \pm 6$

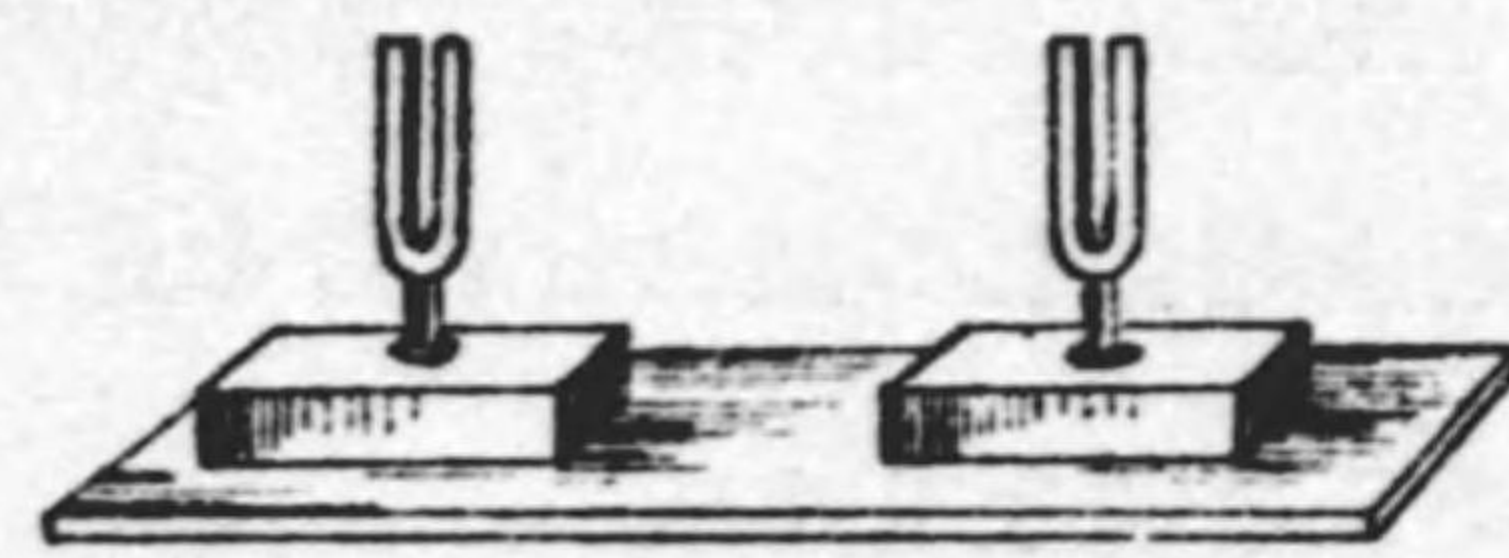
故に前段後段に共通な毎秒 324 が一音又の振動数となります。

頁 節

86 92 共 鳴。

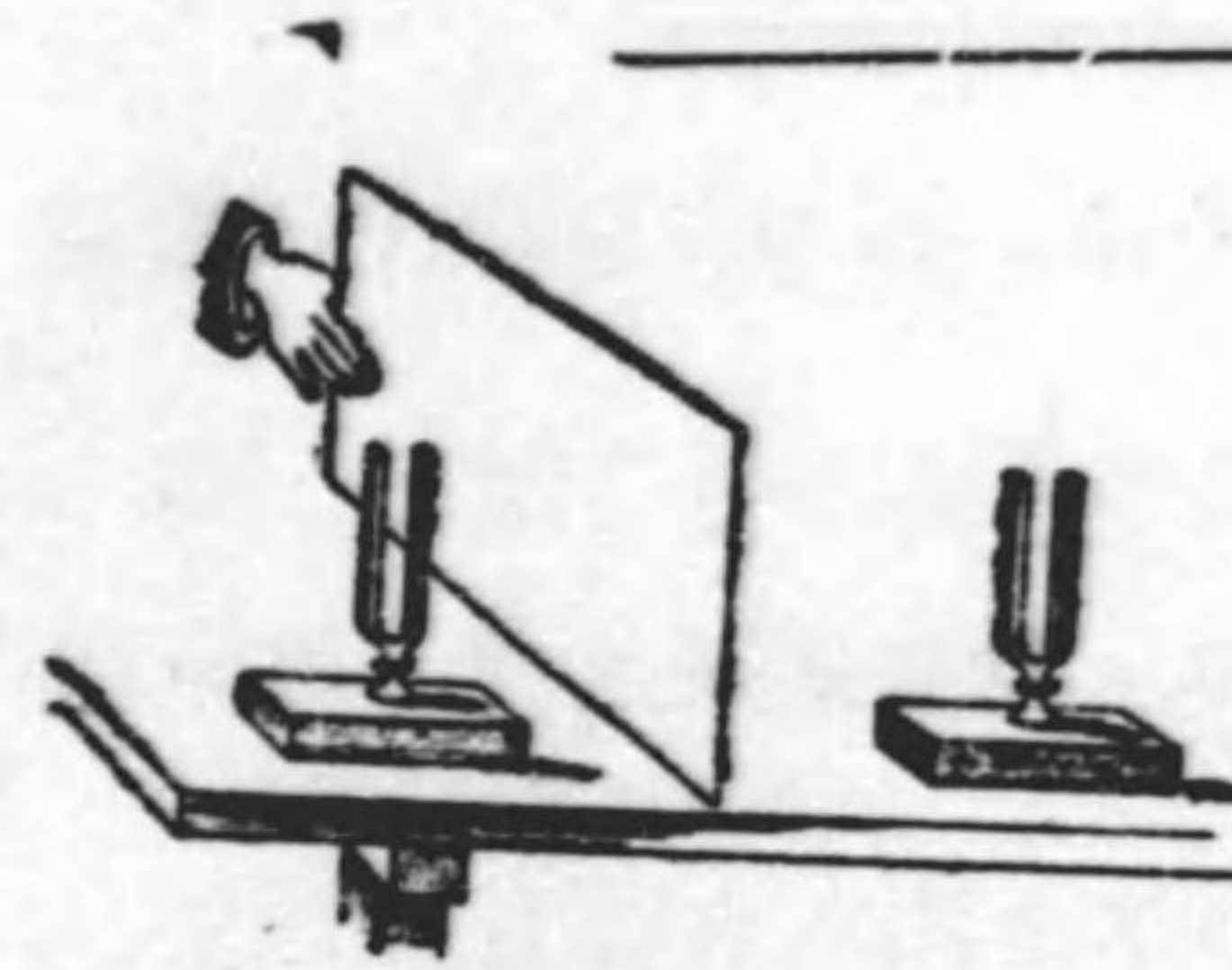
教授要項。共振を出發點として共鳴實驗に及び、定義により整理すること。

(A) 共振。何れの振動體でも外力がその振動週期に一致して週期的に作用する時は、



その外力は微弱なものであつても、容易に振動を起し、鞞繩、遊動圓木に於て見る如く次第にその振幅を増して行きます。この現象を一般に共振といひます。

(B) 共鳴實驗 を共鳴音又を利用して行ふこと。



この際に左圖の如き隔壁用の板を準備してゐて、兩音又の間に入れ、又それを去りなどすると共鳴の原因を窺はすことが容易で好都合であります。

同時に一音又より疎密の波が週期的の力を他の音又に加ふる次第を説明すること。

(C) 共鳴の定義。「發音體がそれと同一振動数の他の發音體よりの音波を受けて自然に鳴り出す現象」として共鳴を定義します。

(D) 應用的諸例。音又の臺箱、及びその内の空氣、諸種の樂器類の胴、聲帯に共鳴する口腔内の空氣等。

右圖の如きフラスコを耳に當て運動場、控所などの如く雜音の多い所に立つと、そこに發生する音の内、そのフラスコ内の空氣の振動数と同一振動数を有するものが到達する度毎に、共鳴音が発生して、耳は奇妙な音を聞くこととなります。



## 第三章 發音體の振動

頁 節

86 93 絃の振動。

教授要項。

(A) 振動数を左右する條件。

- |        |                      |               |               |
|--------|----------------------|---------------|---------------|
| (1) 質量 | 單位の長さの質量の<br>小なる程多い。 | 小さい線程高い音が出る。  | (平方根に)<br>反比例 |
| (2) 長さ | 短い程振動數が多い。           | 短くすると高い音が出る。  | (長さに)<br>反比例  |
| (3) 張力 | 引き張る力の強い程<br>振動數が多い。 | 張力を増す程高い音が出る。 | (平方根に)<br>正比例 |

(B) 實驗 (1) 彈弦琴につき以上を定性的に實驗すること。



(2) 絃を強く弾じて置いて急に引き張り又は弛めると張力に関する実験が連続的に比較が出来ます。

即ち急に引き張りますと終り程高まる音が聴かれ、急に緩めますと終り程低くなる音が聴かれます。

(C) 絃を用ひてをる楽器に関する考察。

- (1) 琴 教科書所載の如く、
- (2) 三味線 同上

本器は長さの變化と、引き張る力の變化とを兩用せるためにその絲数が少なくなれることをよく考察せしめます。

- (3) ピアノ 教科書所載の如く、
- (4) 其の他 教科書圖示の絃楽器類に従つて適宜考察せしめます。

頁 節  
87 94 氣柱の振動, 風琴管。

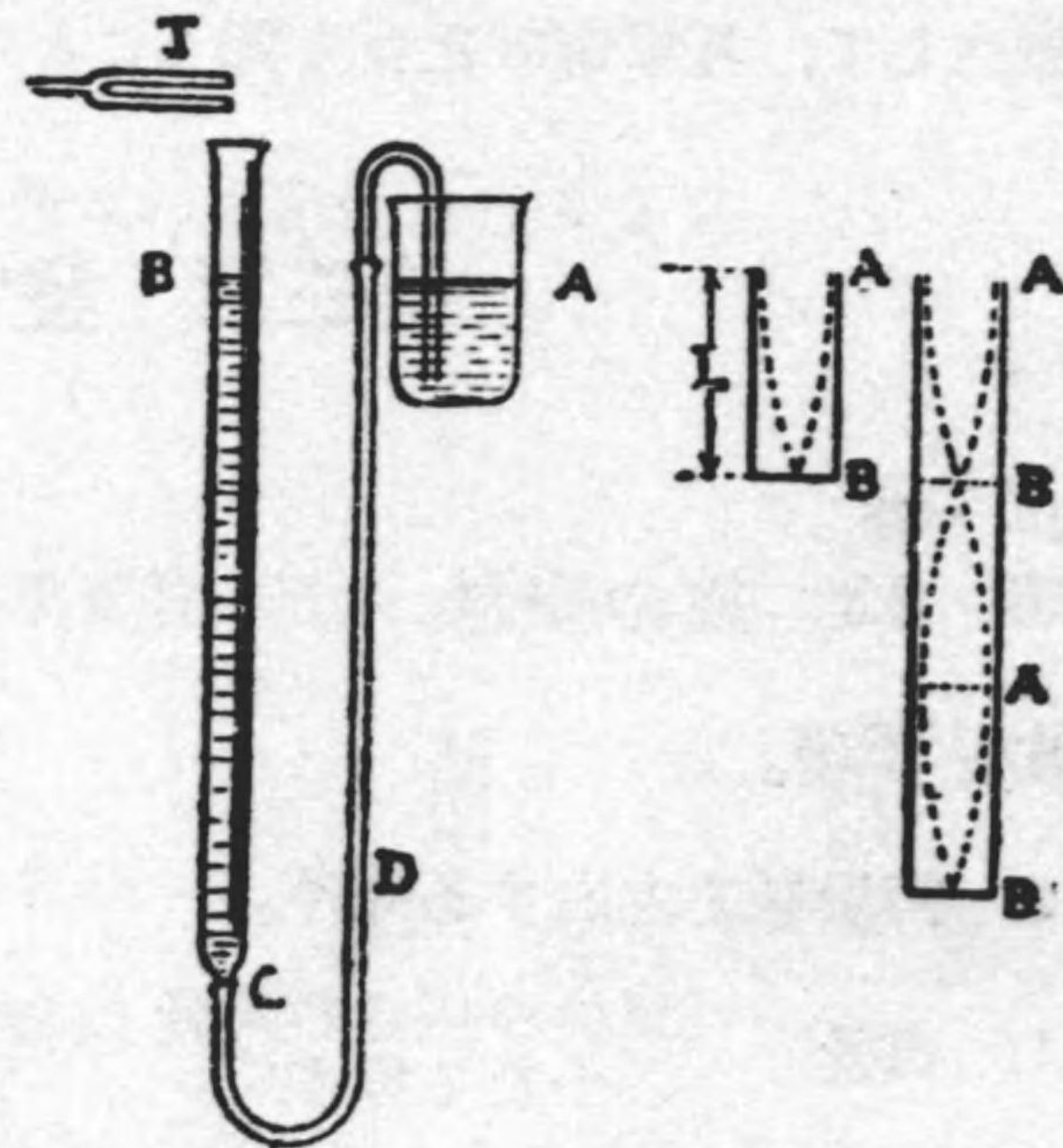
(I) 教授要項。

(A) 圖 195 の實驗 本實驗は右圖の如き装置があれば、それによる方が便利であります。

(B) 氣柱共鳴の理の説明。氣柱の振動に好都合の音波、即ち氣柱の振動と振動数の等しい音波が管口にくるとその氣柱は共鳴の理によつて最も強い振動を始めます。

(参考事項) 圖の如き閉管實驗では、氣柱の長さが共鳴を誘起する音波の波長の  $\frac{1}{4}$  又はその奇數倍の場合によく共鳴します。

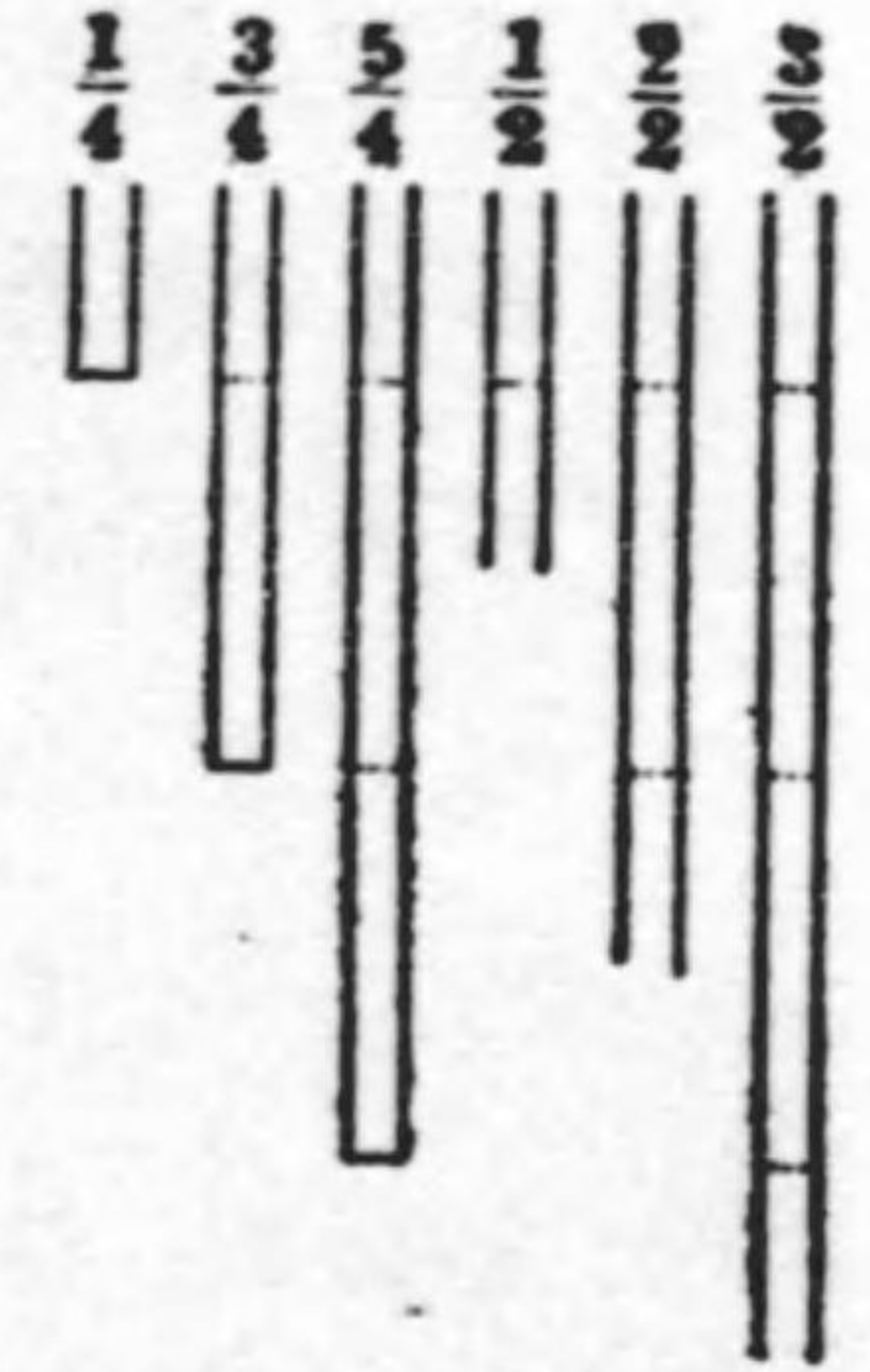
(C) 風琴管發音の理の説明。



- (1) 強き呼氣の吹き込み、
- (2) 笛類の唇に多くの振動を起す、
- (3) 空氣柱がその内からの振動數同一のものを選択し、それに共鳴する。

之は前實驗の水面までの深さを一定にし、發音しつつある音叉が多數に管口に持ち來されたのと同じであるとし、その音叉の振動の中にどれかその深さの氣柱の振動に好都合のものがあると氣柱がそれに共鳴するとして比較的考察せしめるのが、了解を速めてよいやうに思ひます。

(D) 開管と閉管との共鳴上の相違點。閉管では氣柱の長さが音波の  $\frac{1}{4}$  波長又はその奇數倍のときよく共鳴し、開管では氣柱の長さが音波の  $\frac{1}{2}$  波長又はその整數倍のときよく共鳴します。



(E) 空氣柱の長さと言の高低。共鳴の次第が以上の如き理由で起るのでありますから、氣柱の短いものは出す波の波長の短い振動に共鳴し、氣柱の長いものは出す波の波長の長い振動に共鳴するのは當然で、振動數は氣柱の長さによつて左右されます。

笛類の穴はこの氣柱を伸縮する目的でつくられるものであります。

頁 節  
88 95 音 叉。

教授要項。

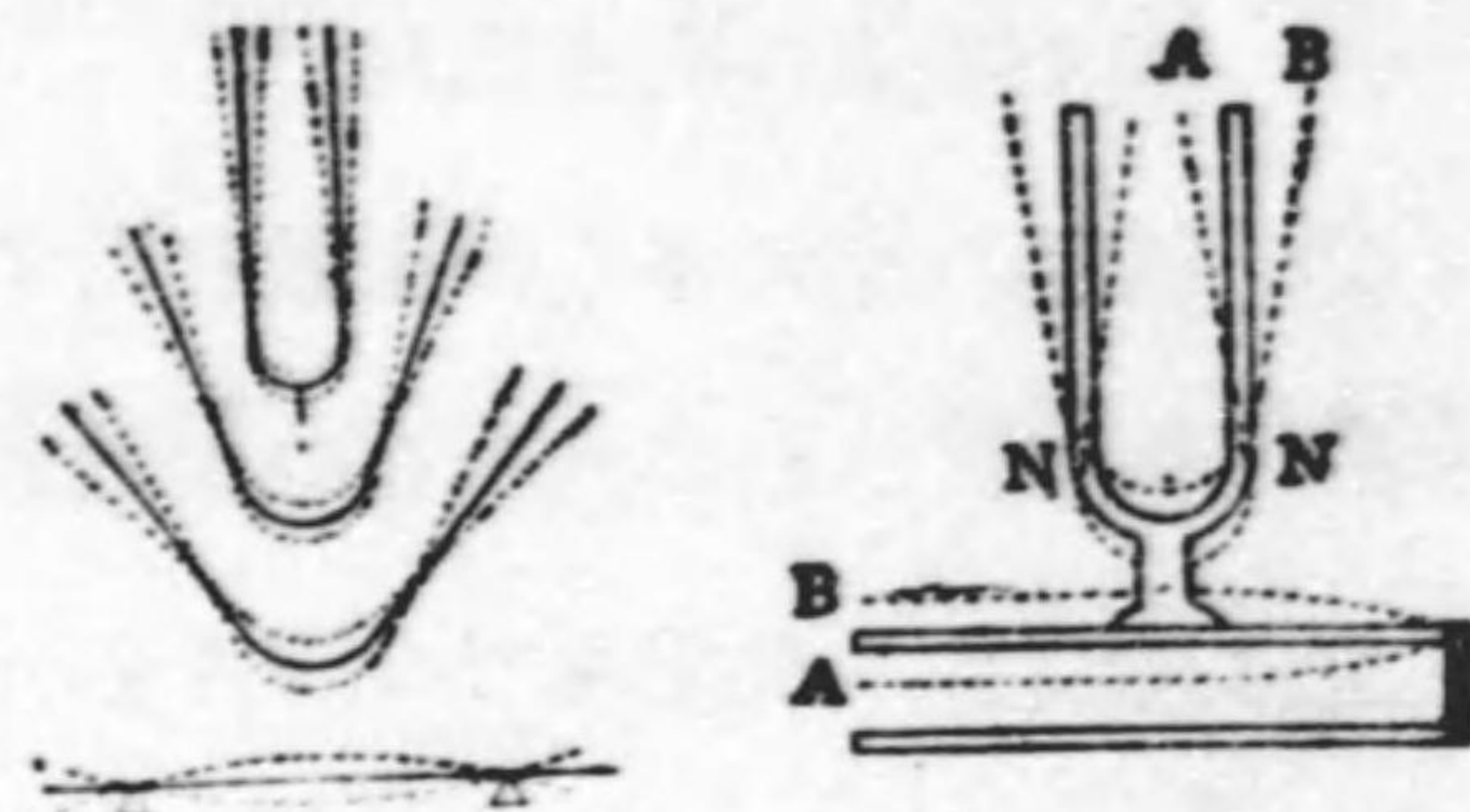
(A) 實驗。音叉の各部の振動を検する。

之にはコルク片に絲を附けたもので行ふと時間的に長く検することが出来るが顯著でない。止め針の頭を下にする如く、針の尖端に絲を附けて吊したもので試めすと餘程顯著な實驗が試みられます。

(B) 音叉振動の説明。次圖を利用し棒の振動として説くこと。



(C) 臺箱の説明。音叉がその支柄部で上下の振動を起しますから、それが臺箱にも及び、内部の空氣の共鳴を伴ふこととなります。



頁 節  
88 96 板の振動。

#### 教授要項。

(A) 構造。弾力に富んだ板を一端〔舌(Reed)〕又は両端で支へたもの。

(B) 振動の様。両端を支へた板はその兩支點の中間が打たれたときに最もよく振動する部分となります。

又一端を支へたものはその自由端に空氣を強く送つて振動を起させますと、その自由端が最も大きい振幅で振動します。

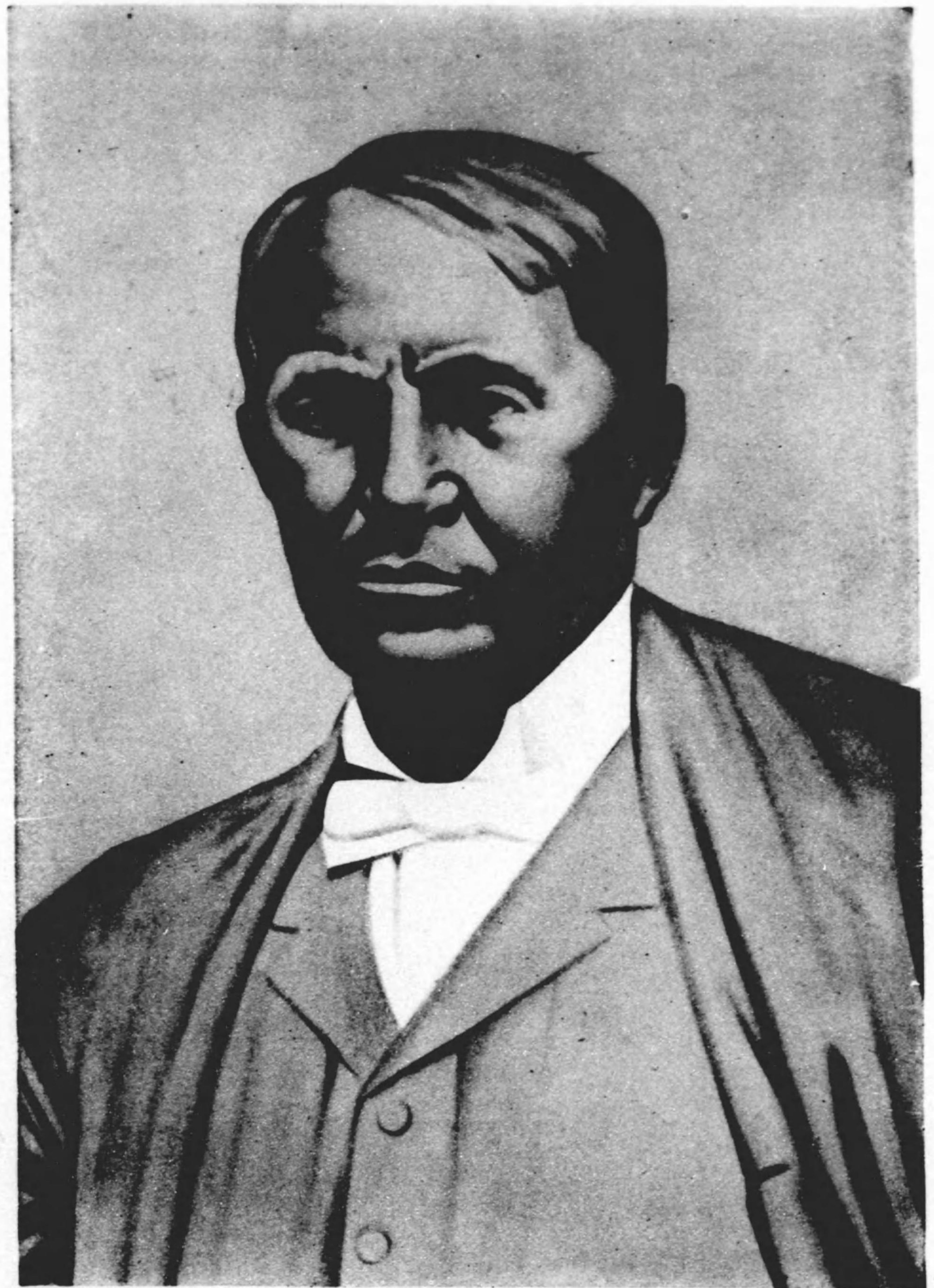
(C) 振動數。厚みが大で長さの小なるもの程その振動數を増して來ます。

(D) 應用。オルガン(舌), ハーモニカ(舌), 鐵琴(兩端を支へたもの)等。

頁 節  
88 97 蓄音機。

(I) エチソンの人物及び偉業の數々。 トーマス・アルバ・エチソン (Thomas Alva Edison) は1847年2月11日 合衆國オハイオ州のミランに生れた。その家が餘り富裕でなかつたので12歳にして自ら生活費の一部を得るため、列車給仕、新聞賣子となつた。その間寸暇をも惜んで化學を研究し且つ簡易なる化學實驗器具によつて種々の實驗を試み、克己奮勵して少しも怠る所がなかつた。

その鐵道幹線内で新聞紙を賣るの特權を得るに及んで、自ら手布大の新聞を編纂印刷して幹線新報なる名の下に列車で發賣して居つたが、歐洲より合衆國に來る人々を常に驚嘆せしめる程の編纂振りをしてをつたとのことであ

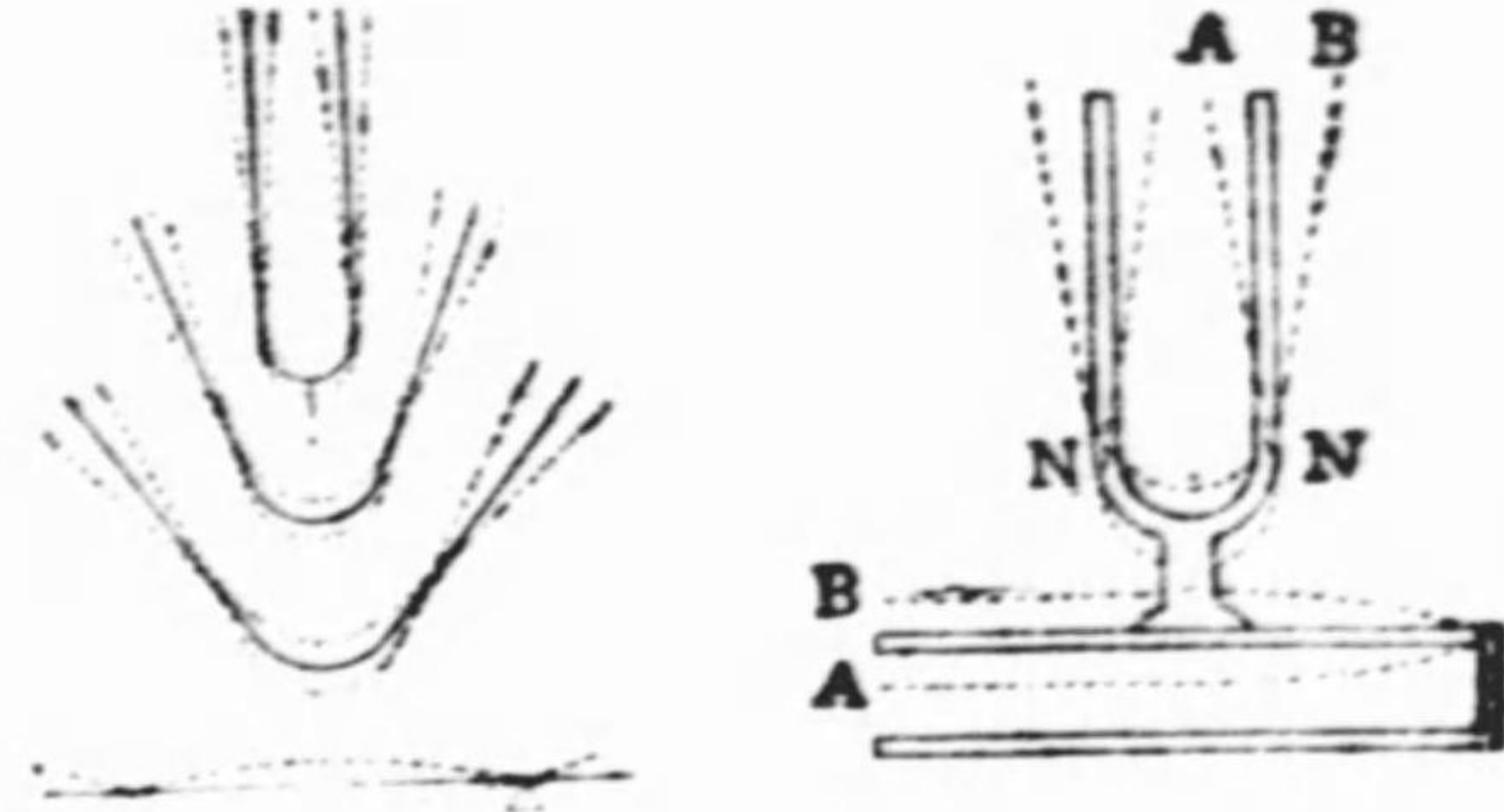


Thomas Alva Edison (1847—1931)

(發明王 エチソン)



(C) 臺箱の説明。音叉がその支柄部で上下の振動を起しますから、それが臺箱にも及び、内部の空氣の共鳴を伴ふこととなります。



頁 節  
88 96 板の振動。

#### 教授要項。

(A) 構造。弾力に富んだ板を一端〔舌(Reed)〕又は兩端で支へたもの。

(B) 振動の様。兩端を支へた板はその兩支點の中間が打たれたときに最もよく振動する部分となります。

又一端を支へたものはその自由端に空氣を強く送つて振動を起させますと、その自由端が最も大きい振幅で振動します。

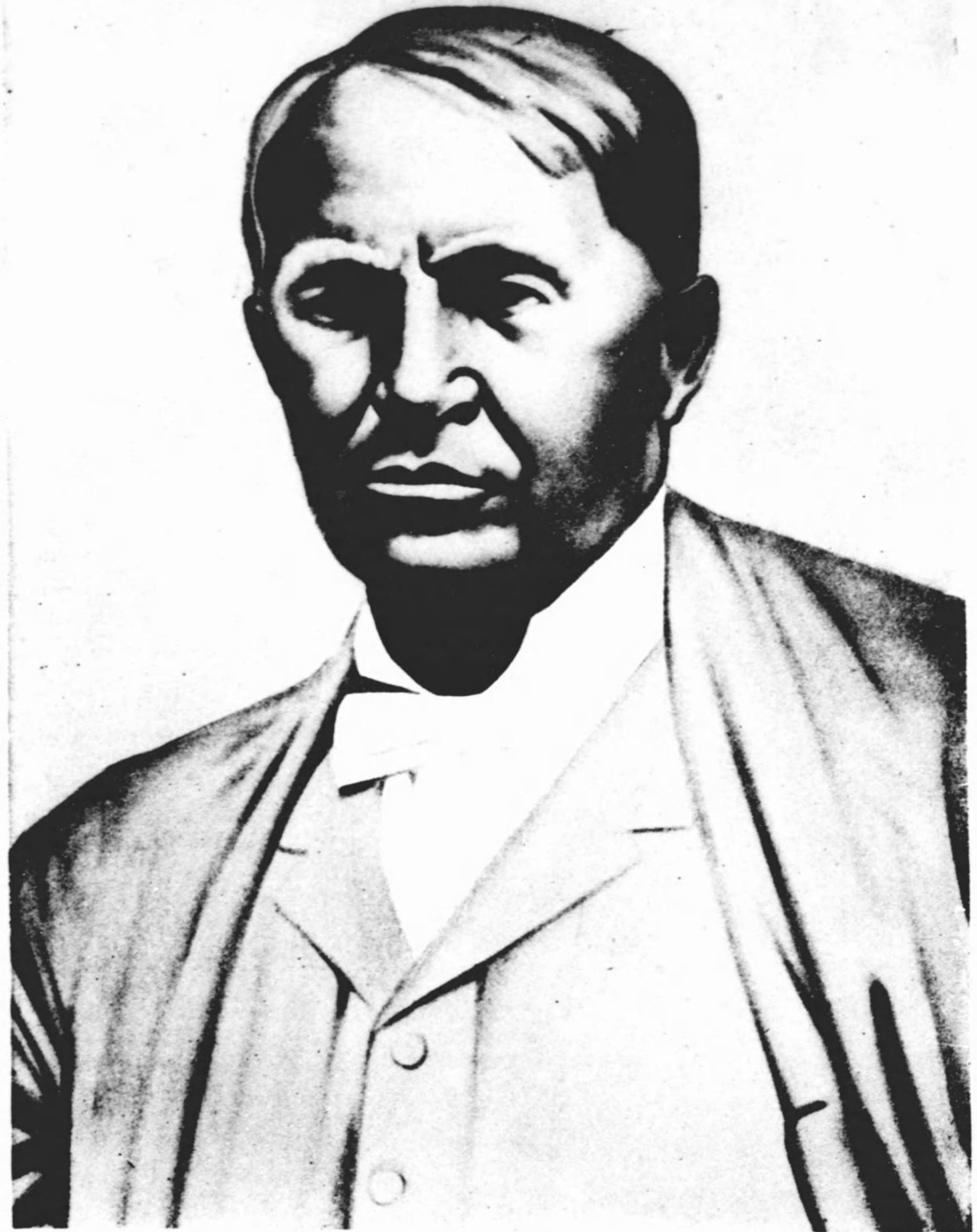
(C) 振動數。厚みが大で長さの小なるもの程その振動數を増して來ます。

(D) 應用。オルガン(舌), ハーモニカ(舌), 鐵琴(兩端を支へたもの)等。

頁 節  
88 97 蓄音機。

(I) エチソンの人物及び偉業の數々。 トーマス・アルバ・エチソン (Thomas Alva Edison) は1847年2月11日 合衆國オハイオ州のミランに生れた。その家が餘り富裕でなかつたので12歳にして自ら生活費の一部を得るため、列車給仕、新聞賣子となつた。その間寸暇をも惜んで化學を研究し且つ簡易なる化學實驗器具によつて種々の實驗を試み、克己奮勵して少しも怠る所がなかつた。

その鐵道幹線内で新聞紙を賣るの特權を得るに及んで、自ら手布大の新聞を編纂印刷して幹線新報なる名の下に列車で發賣して居つたが、歐洲より合衆國に來る人々を常に驚嘆せしめる程の編纂振りをしてをつたとのことであ



Thomas Alva Edison (1847—1931)

(發明王 エチソン)



る。その際実験研究の用に充てるため列車内に持ち込んで居つた燐を取り落して危く失火せんとし、車掌に叱責毆打せられて一時耳が遠くなつたとのことである。

又その当時更に餘暇を利用して一驛長より電信法を習つて居た所三箇月にしてその詳細に通じ、夜間勤務の電信係となつた。その任にあること年餘年齢僅かに20歳にして自働中繼機を考案し、以て二重電信法、四重電信法等の發明に資する所があつた。

次いでベルの發明にかゝる電話を基礎として微音器、並びに炭素送話器を發明して、電話装置に大改良を加へ、斯界に貢獻する所が多かつた。

1878年には蓄音機を發明し、翌1879年には紙で造つた炭素纖維を用ひて白熱電燈を組立てその特許權を得たが、1880年更に我が國より合衆國に輸入して居た扇の竹骨を利用して之に改良を加へ、炭素電球を完成した。

その他蓄電池（エヂソン蓄電池と）、活動寫眞、カーボランダム、人造琥珀等著名の發明が數百種に及び、如何なる機械も氏の技能に俟てば發明し得られないものはないとまで人々から信ぜられるやうになつた。

39歳のときからその住宅をメロンよりジェルシー州レウエーリンパークに移し、そこに特許器械製造工場、研究所、住宅等科學的に研究を続け得られる宏大な施設をした。

昭和4年10月には電燈發明五十週年記念の記念の祝賀が全世界に行はれその偉業を讚美した。

而して、昭和6年10月18日この偉大なる發明家は84歳を以て長逝した。

**(II) 音譜盤の造り方。**平圓盤蓄音機は1887年米人バレンリーがエヂソンの蠟管式に改良を加へた結果生れたものであります。

その特徴は一枚の原盤によつて多數のレコード即ち音譜盤の造り得られる點にあります。今日用ひられてをるものの殆んど全部がこの式であるのは必



## 第五編 光

### 第一章 光の直進, 光度

頁 節  
90 98 光, 光の直進。

#### (I) 教授要項。

(A) 光の認識。人は光により視神経を刺戟されて視覚を起しますが、その場合に光を見るに非ず、之を發する光源を認むるばかりであります。暗室内に入り来る光を認める如く思はれるが、之はその浮游する塵埃の亂反射により塵埃を輝けるものとして認めるに過ぎません。

#### (B) 光源(發光體)と暗體。

光源 (發光體)	自ら光を發する物體	獨立的に認め得	太陽, 電燈, 燭火等
暗體	自ら光を發せざる物體	他に光を發するものなければ認め難し	月, 遊星, 机等

(他より光を受けて反射する外認められず)

星の内發光體の部類に入る恒星は光が呼吸をする如く消長しますが暗體である遊星は一様に照り續いて光の消長が認められません。

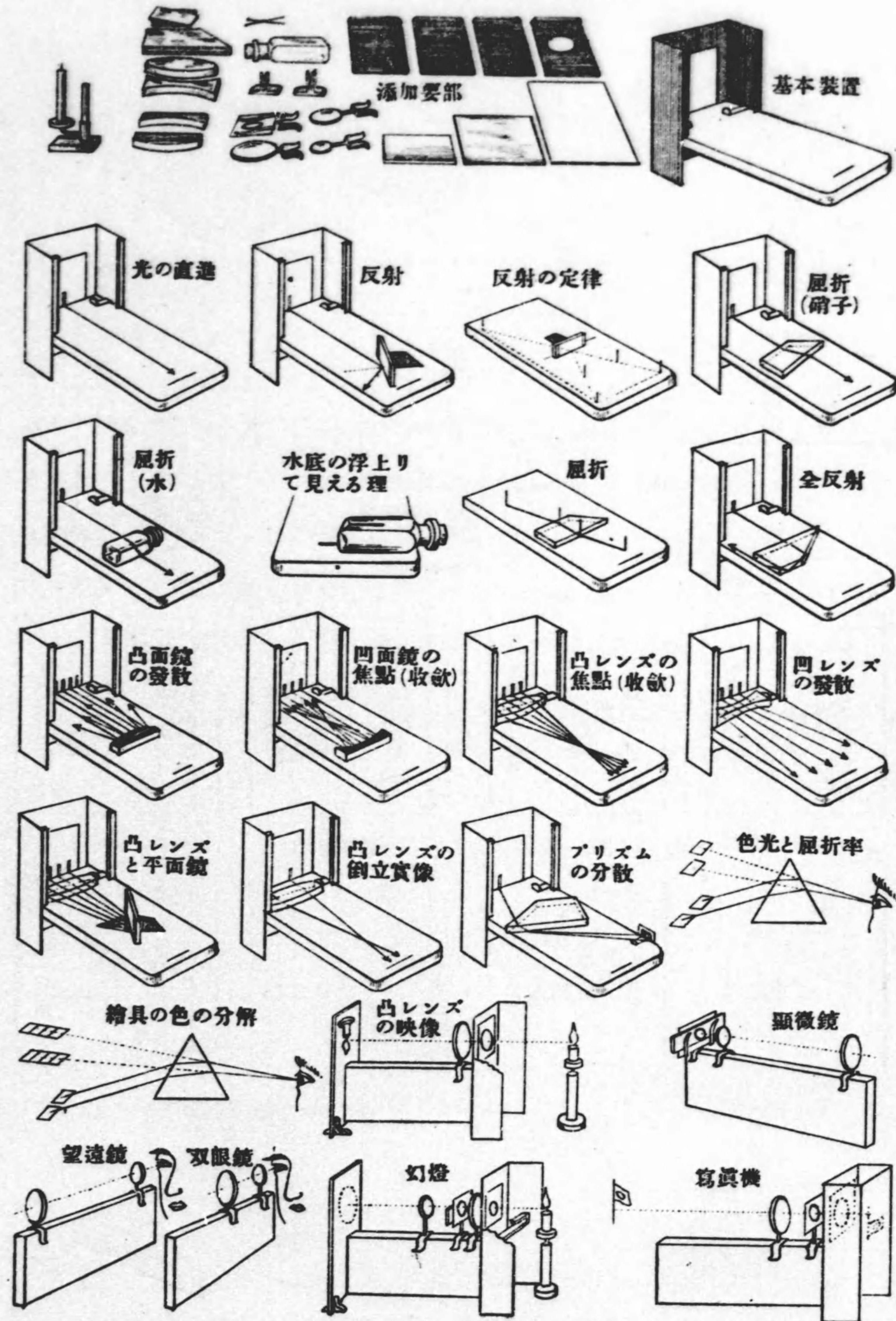
#### (C) 透明體と不透明體。

その表面に光を受けた物體は	(1)その表面より之を反射し、或は	} 不透明體
	(2)その内に入る場合に之を吸収し、又	
	(3)之を他側に透過せしめます。	

深い水底が薄暗く、黒いゴム管に水を充して膨大せしめると透明になる如く、透明、不透明は厚さにより異なる。

摺り硝子の如きは背後に密着せしめると之を透して物を認め得られますが、少しく離れると透視し得られません。かゝるものを半透明體といふことがあ

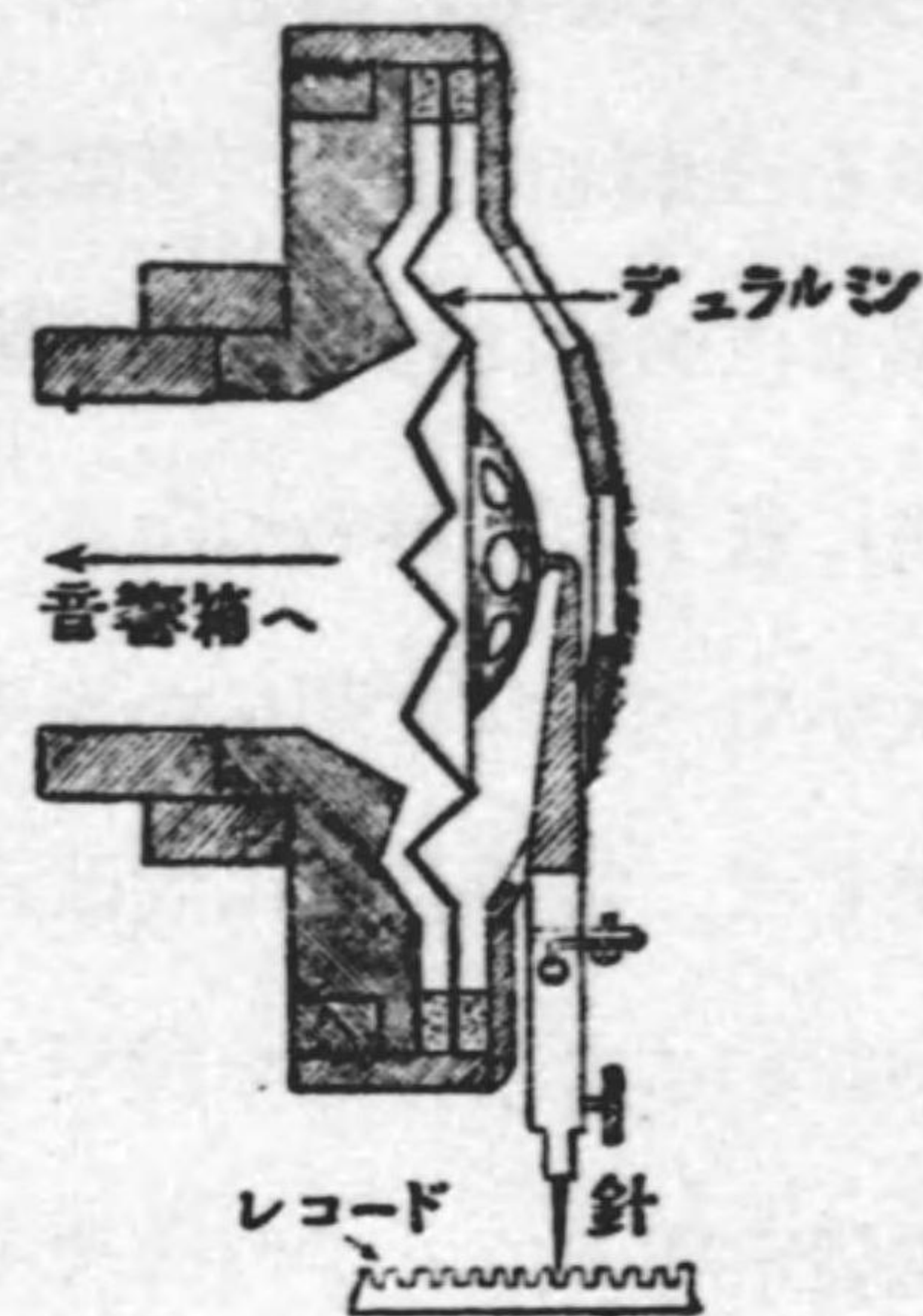
### 光學一般實驗器 (添加式應用器械の例)



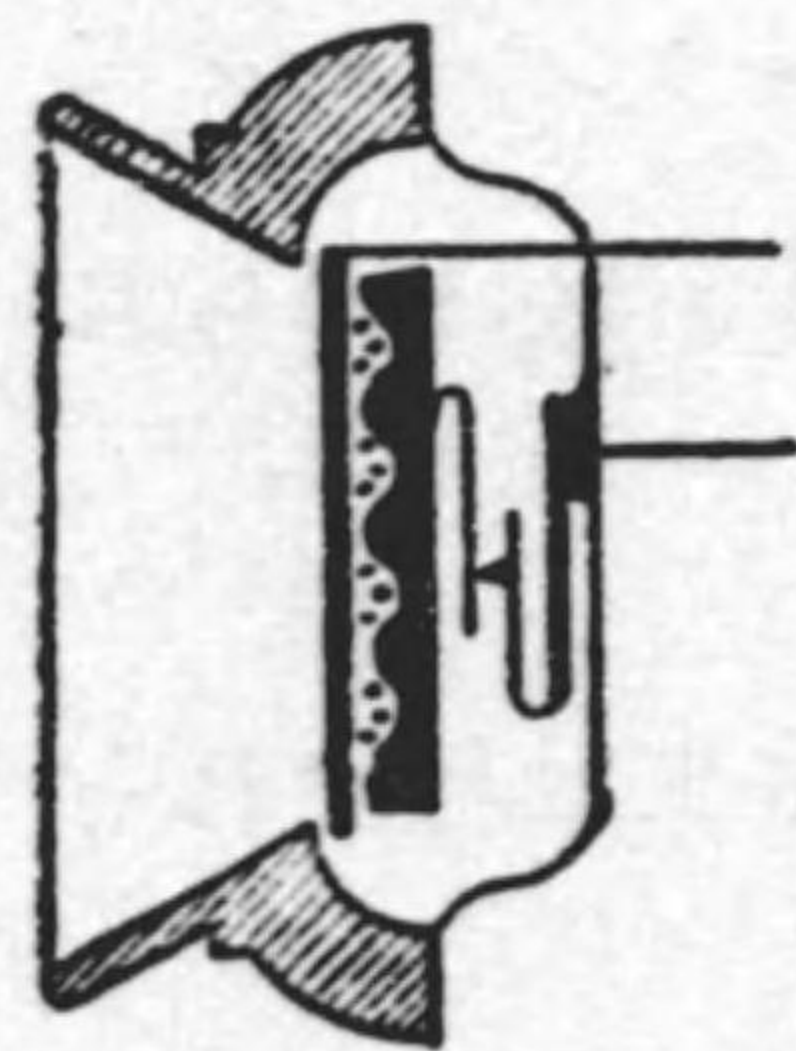


すしも是れ許りが原因した譯でもありませんが大なる一原因であることは争はれない事実であります。

(A) 原盤の製法。脂肪を薄くその上面に敷いた亜鉛製の圓盤を旋轉臺盤上に載せて一樣な速さで廻轉させ、青玉製の鋭い記入針（その先端からアルコールがニジミ出る仕掛のもの）を之にあてて奏音と反對に喇叭口から音を吹き込み、その横振動の一々を刻み込むのであります。そのため亜鉛板上に敷いた脂肪上には横に振れた波形の溝が穿たれて、脂肪はその部分だけ取り去られて亜鉛の表面が露出して來ます。その際にじみ出たアルコールを水で洗ひ落した上之をクロム酸に浸すと、亜鉛の露出した曲線部だけが酸のため侵蝕されてその上に波状の曲線が出來ますから取り去ると亜鉛の原盤が得られます。



之をアンモニア性硫酸銀とシアン化カリの混合液に浸して電氣鍍金を行ひ銅製の原盤を作り上げます。



以上のやうな方法によらず純蠟製の平圓盤に記入用針をあてて前記の方法で左右に振動した波形の曲線をつくりそれに細刷毛で石墨、アルミニウム、銅等の導體の細粉を塗り付け或は眞空器内に於て金を電極として強い放電を行つてその蠟盤上に金を薄く附けて電氣の良導體となし、之に銅を電鍍して銅製の原盤をつくるのもあります。

銅製盤と蠟盤とを離脱せしめるには、火を用ひずそれをその儘で強く冷却しますと銅と蠟との收縮率が非常に異なるため簡単に離れます。

(B) 音譜盤の製法。上述の方法で出來た原盤は凸凹相反するものでありま

すから、その上に温めたエポナイト板を押し當て冷えるのを待つて分ち取ればよいのであります。

多くの家庭で用ひるものはエポナイト製のものでありますが之に用ひます材料は熱冷によつて硬軟の起るものならば何でもよい譯で近來種々のものが用ひられ出しました。そのエヂソンの發明になるものにもベークライト式で雑音を非常に少くしたのがあります。



## 第五編 光

### 第一章 光の直進, 光度

頁 節  
90 98 光, 光の直進。

#### (I) 教授要項。

(A) 光の認識。人は光により視神経を刺激されて視覚を起しますが、その場合に光を見るに非ず、之を發する光源を認むるばかりであります。暗室内に入り来る光を認める如く思はれるが、之はその浮游する塵埃の亂反射により塵埃を輝けるものとして認めるに過ぎません。

#### (B) 光源(發光體)と暗體。

光源 (發光體)	自ら光を發する物體	獨立的に認め得	太陽, 電燈, 燭火等
暗體	自ら光を發せざる物體	他に光を發するものなければ認め難し	月, 遊星, 机等

(他より光を受けて反射する外認められず)

星の内發光體の部類に入る恒星は光が呼吸をする如く消長しますが暗體である遊星は一様に照り續いて光の消長が認められません。

#### (C) 透明體と不透明體。

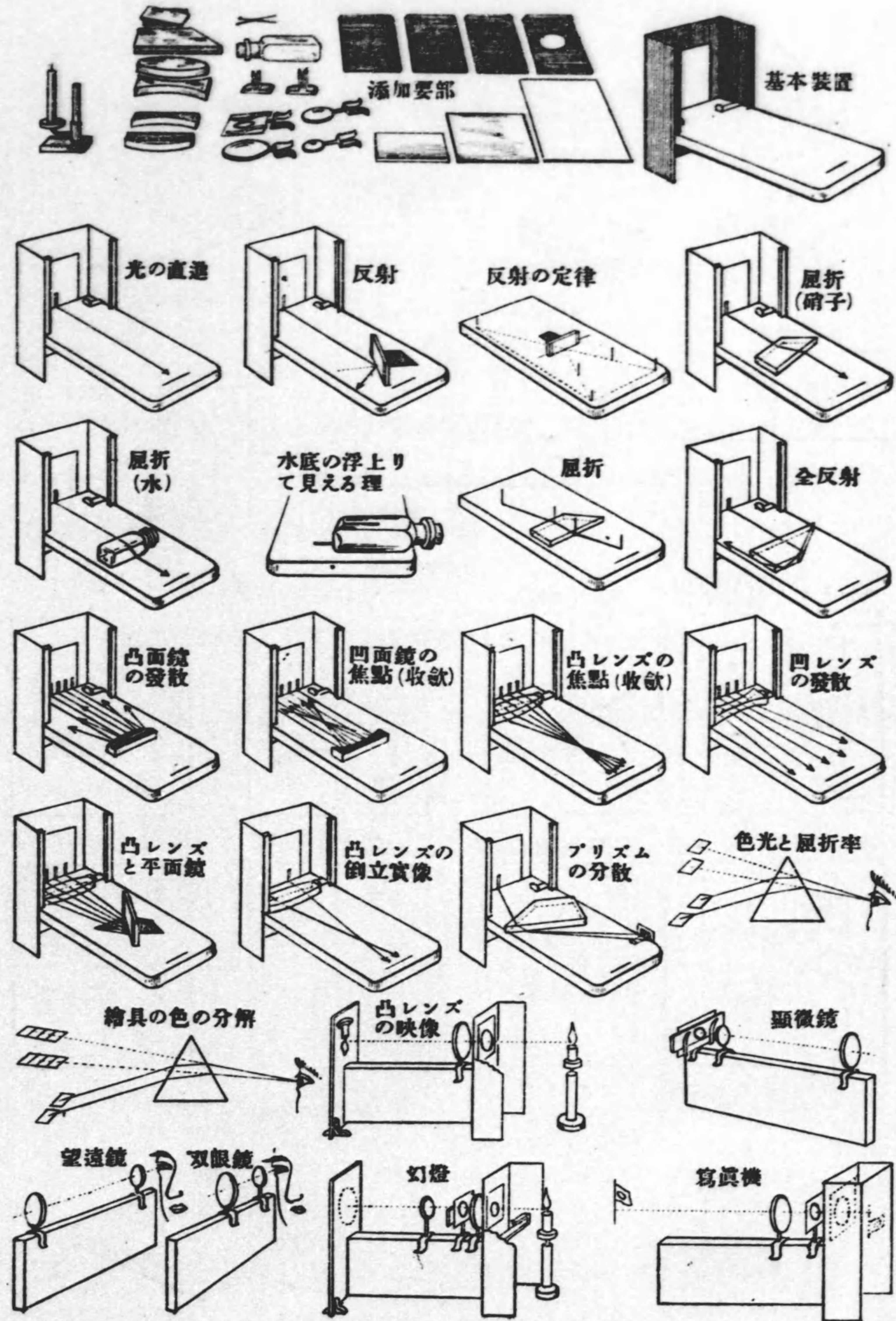
その表面に光を受けた物體は

(1)その表面より之を反射し、或は (2)その内に入る場合に之を吸収し、又 (3)之を他側に透過せしめます。	}	不透明體
	}	透明體

深い水底が薄暗く、黒いゴム管に水を充して膨大せしめると透明になる如く、透明、不透明は厚さにより異なる。

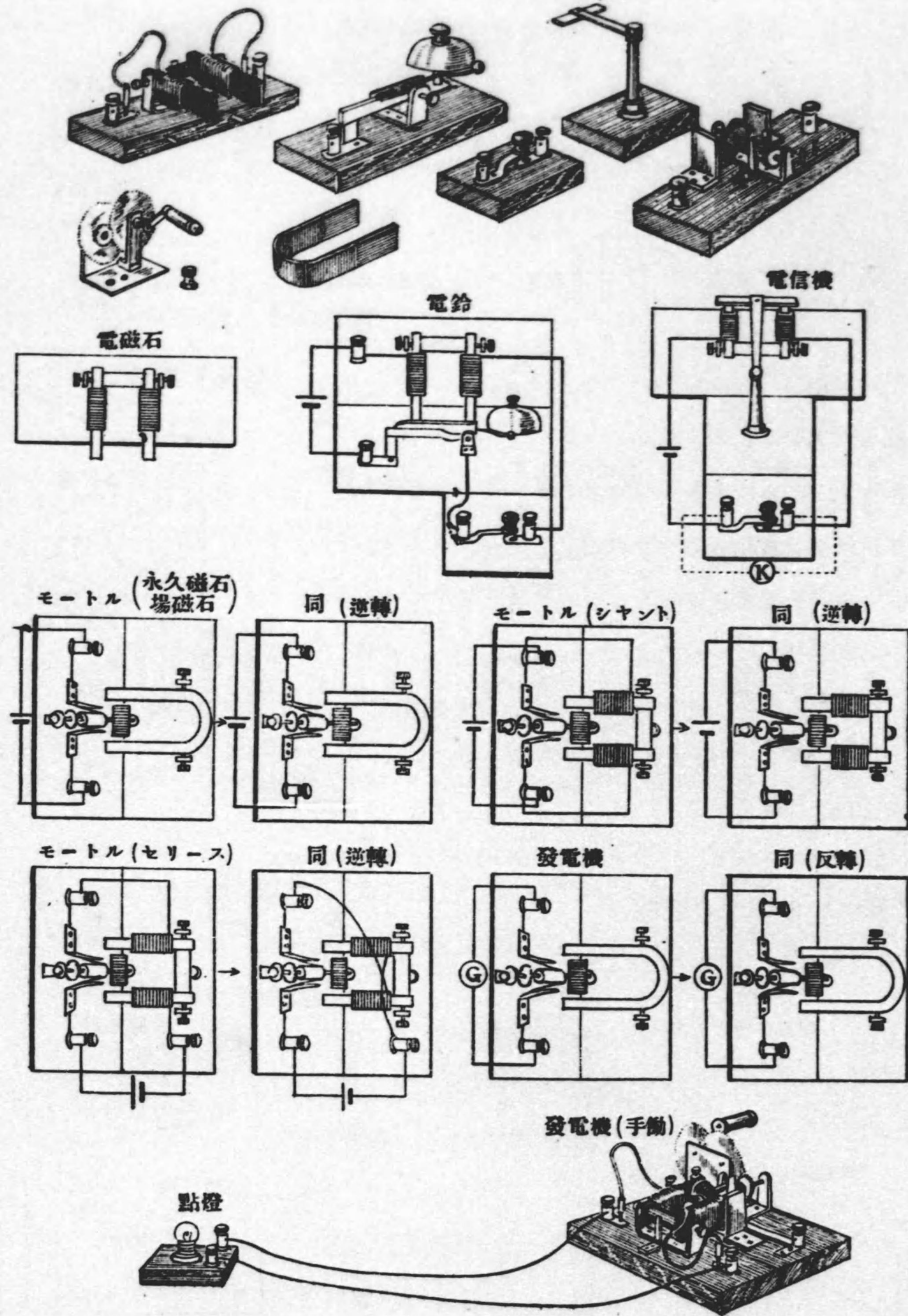
摺り硝子の如きは背後に密着せしめると之を透して物を認め得られますが、少しく離れると透視し得られません。かゝるものを半透明體といふことがあ

### 光學一般實驗器 (添加式應用器械の例)





電磁石應用實驗器 (分合式應用器械の例)



ります。

(D) 一樣な組織の透明體內を直進すること。探照燈などは之を利用してをります。即ち方向の決定によつて目的物の照射が意の如くなる點を利用したものであります。

然し光が通る透明體の組織が異なる場合には次章の如く曲進する場合があります。

(E) 光線 とは光の路筋と光とを併せ考へたものであること。

之も幾何學的の線でなく線束的のもので多少幅、厚さを考への内に入れしめることが後章の取扱ひ上好都合であります。之を幾何學的の線として扱ふときは後章で説明に窮する場合があります。

(F) 直進を證する實驗及び日常事項。

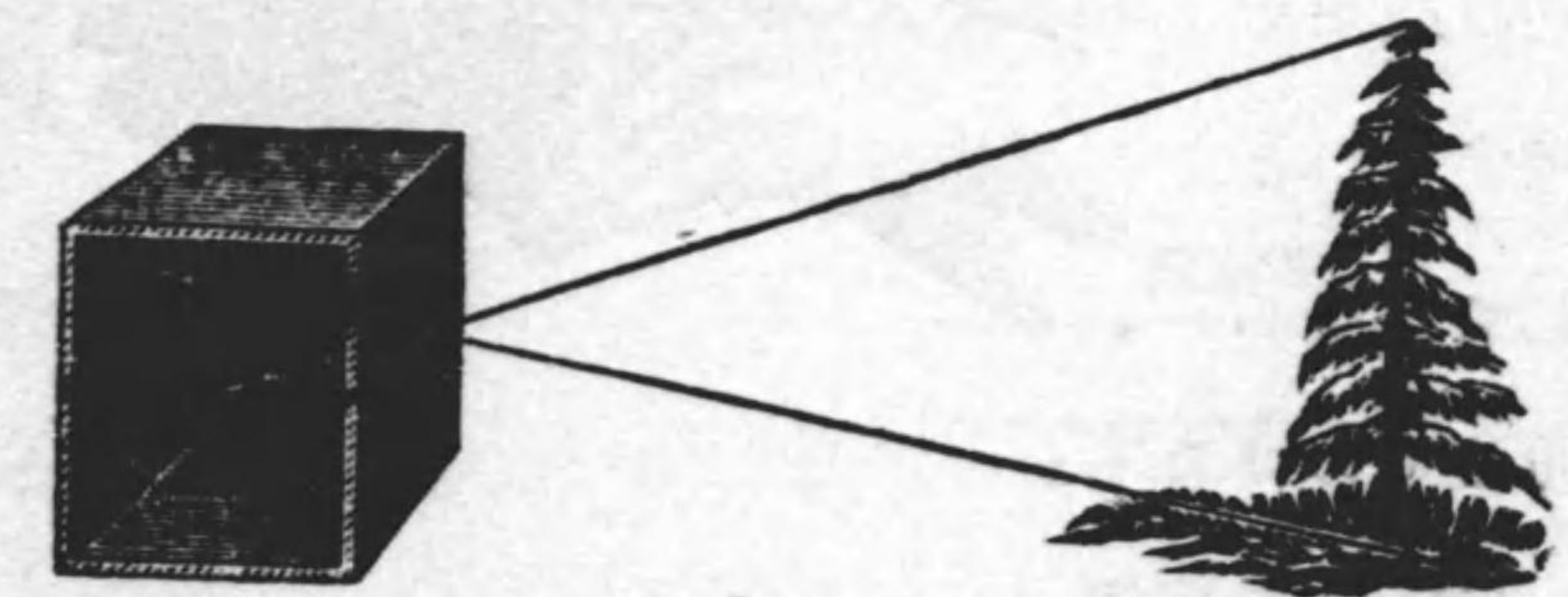
(1) 光學一切實驗器によると直進が立證されます。又この實驗法は次章で次に進展するの好都合であります。

(2) 小孔により生ずる像。

{教科書の圖の利用。

{戸の小孔から漏れ入る光で暗室内に出来る庭外樹木の倒立像。

小孔によつて光源の像を生じてをる場合にその小孔板を大孔の板に取りかへると孔の像を生ずるやうになります。之も同様にの光直進を示すものであります。



(3) 室内に漏れ入る日光の直進する模様。

(4) 物の狙を定めること。之は光の直進を豫想せずでは不可能であります。

(5) 不透明體の背後に陰影の出来ること (次節との連絡點)。

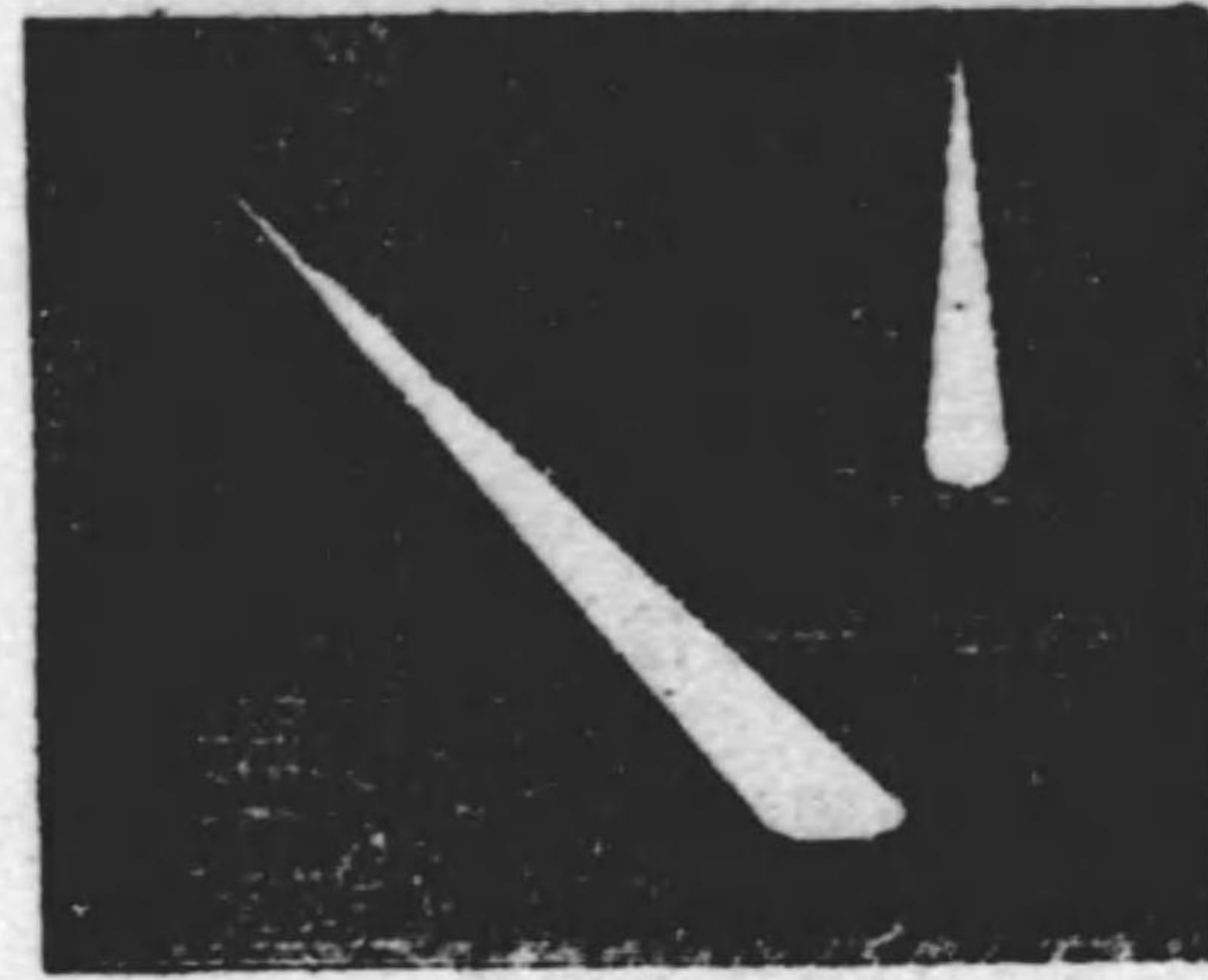


### (II) 問題の取扱。

90頁問. 葉の細間隙を細孔として、太陽の像が地面に出来た譯であります。

同様な事は左圖の如き場合にも起ります。そしてその投射面の傾きに應じて或は圓形になり、又橢圓形をもなします。

之が日蝕の時には如何なる斑點となり現はれる筈かを考察せしめるも亦面白い修練題であります。



頁 節  
91 99 影。

#### 教授要項。

(A) 影の性質。影とは不透明體の背後に出来る光の來ない空間であります。よくそのある平面で斷られた圖形を單に「かげ」といひますが、之は影法師といふ可きもので影の一境界面に過ぎません。

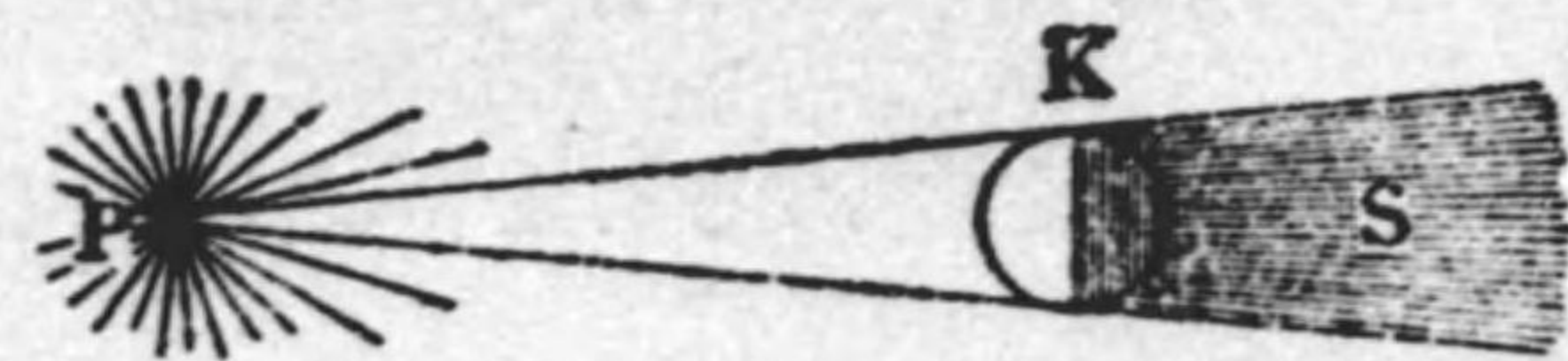
影は立體  
的の空間を  
指すものと  
して取扱ふ  
可きであります。



#### (B) 影の諸相。

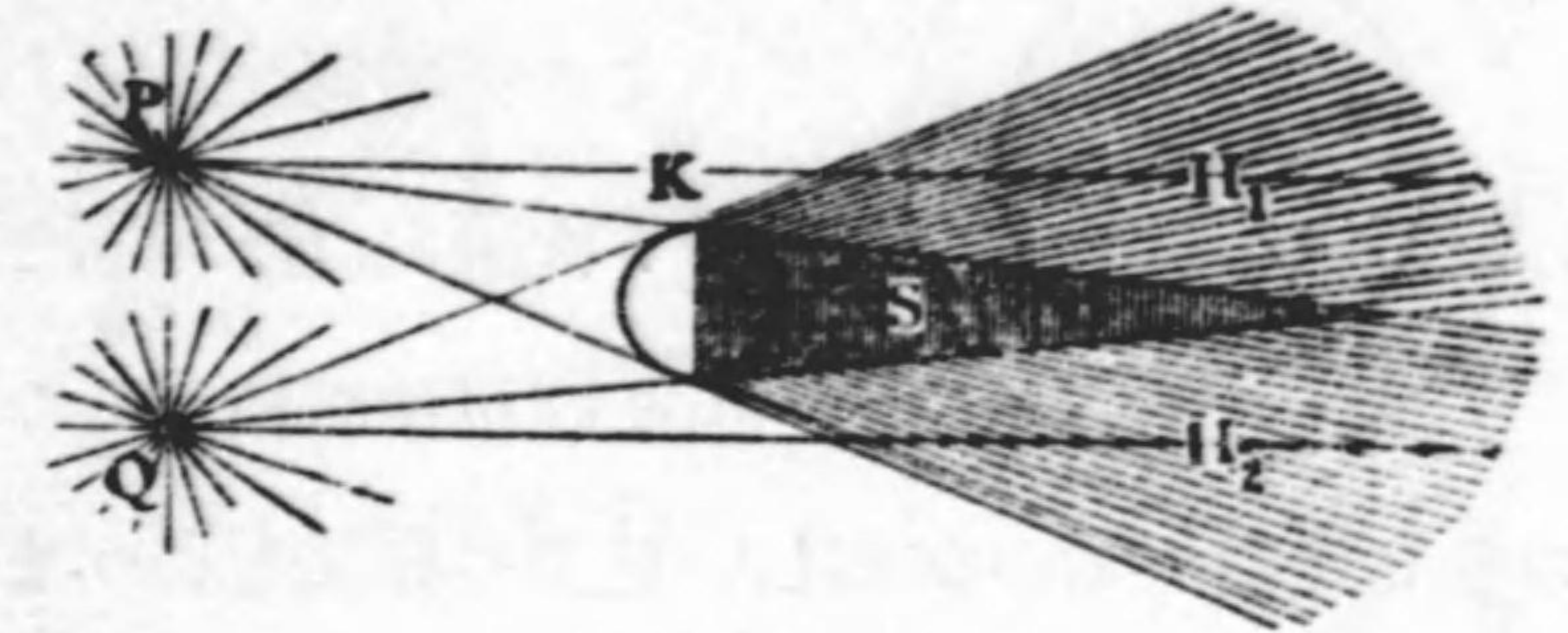
(1) 發光體が點と見做せる程度に小さいと不透明體の背後の影はその境界が鮮明であります。

(2) 發光體が大きいときは少しも光を受けない本影と一部分からは光を受



ける半影とが出来ます。その本影の長さは發光體と不透明體との距離相互の大きさ等で長短があります。

(C) 日蝕と月蝕。教科書の挿繪を利用し且つ上述の本影の大小に連關せしめて



日蝕には部分蝕、金環蝕、皆既蝕のあること、及び觀測地でその諸相が異なり又時間の異なることを説明し、月蝕の場合と大いに趣の異なる點を比較することが必要であると思ひます。

頁 節  
91 100 照度。

#### (I) 教授要項。

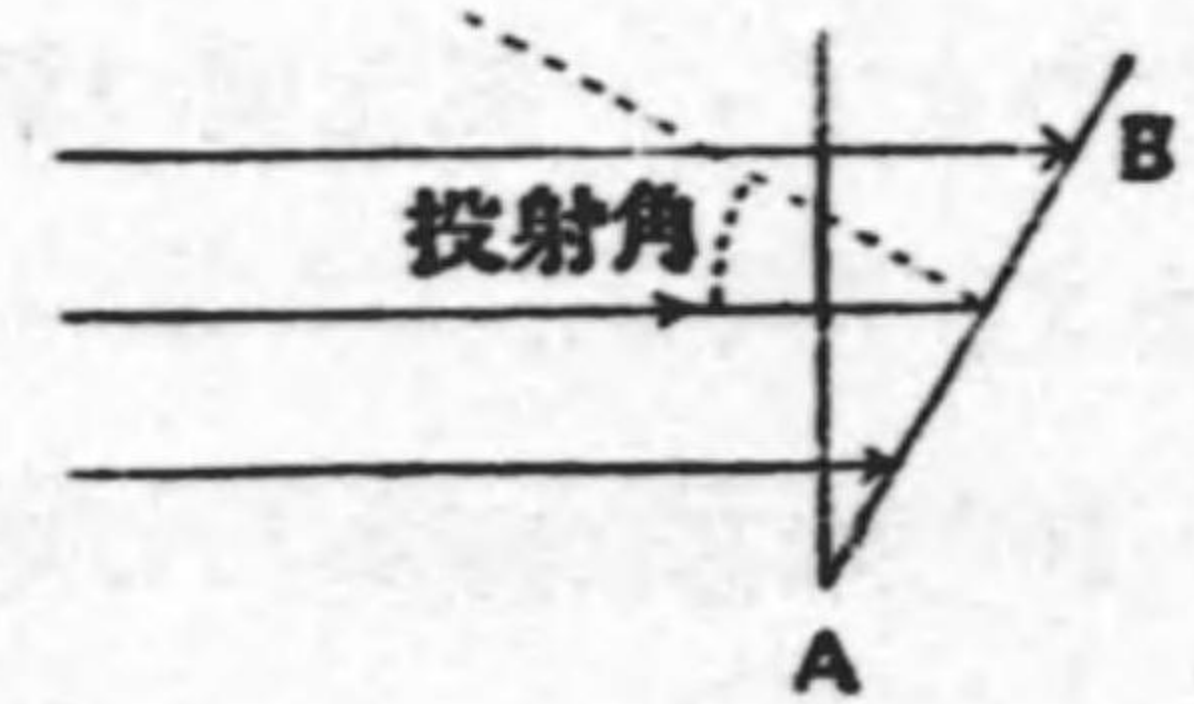
(A) 照度の定義。教科書の通り。

(B) 面の明るさは { (1) 面の性質 {粗滑, 色, 質 (金屬, 木質その他)}  
で異なる。  
(2) 照度の大小で異なる。

同一の状態、性質の面の明るさは全く照度で定まります。

(C) 一光源より來る光のみで照される面の照度の大小には

- (1) 光源その物の強さ。
- (2) 光の路筋に於ける吸収の多少。
- (3) 光線とそれを受ける面との角度。
- (4) 光源よりの距離の大小。



等が影響を及ぼします。

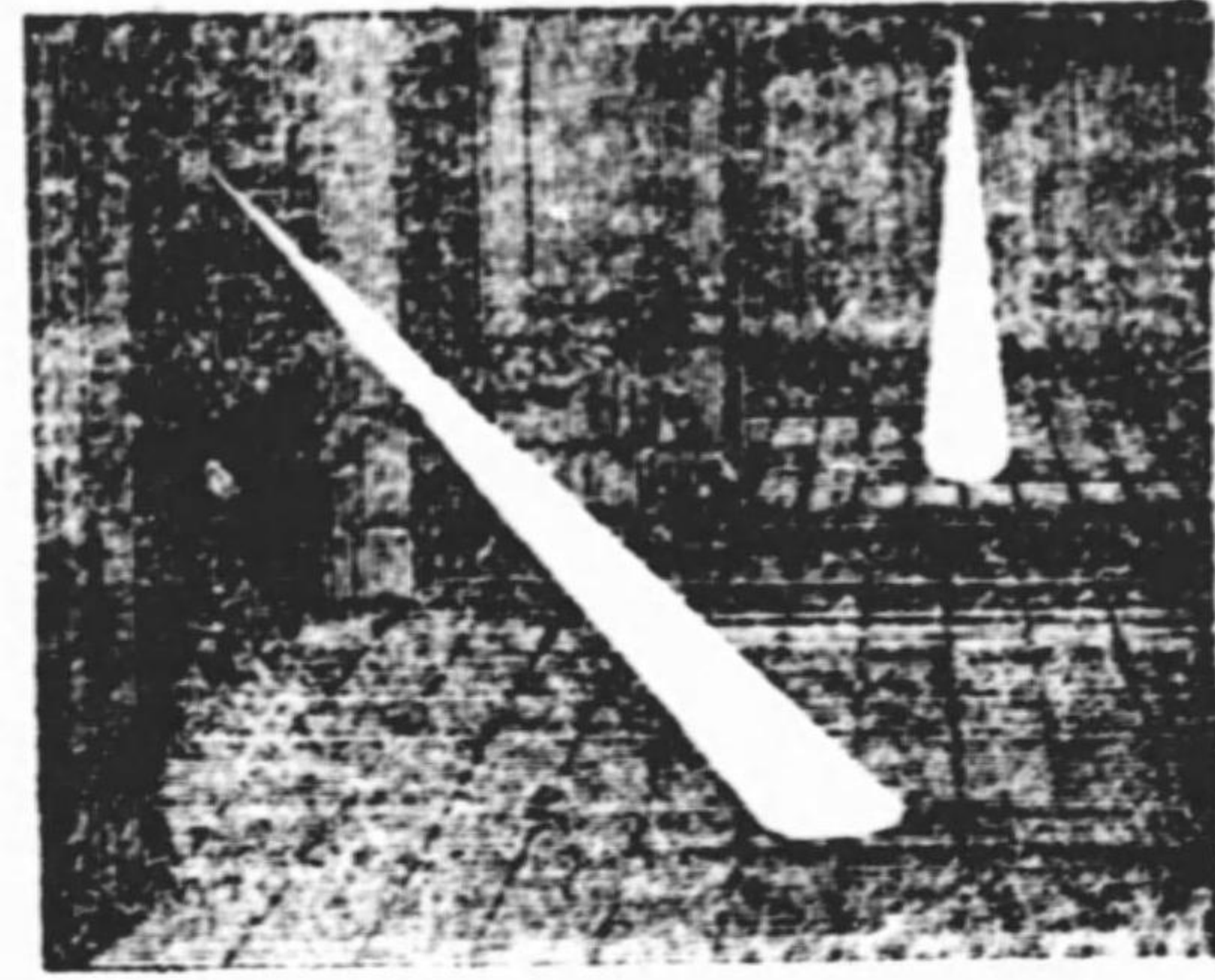
(3)についてはその面への光線の投射角の餘弦に正比例する譯であるが、餘弦とか投射角とかを知らない生徒には教科書の如く取扱ふのが便利であります。



(II) 問題の取扱。

90頁問. 葉の細間隙を細孔として、太陽の像が地面に出来た譯であります。

同様な事は左圖の如き場合にも起ります。そしてその投射面の傾きに應じて或は圓形になり、又橢圓形をもなします。



之が日蝕の時には如何なる斑點となり現はれる筈かを考察せしめるも亦面白い修練題であります。

頁 節  
91 99 影。

教授要項。

(A) 影の性質。影とは不透明體の背後に出来る光の來ない空間であります。よくそのある平面で斷たれた圖形を單に「かげ」といひますが、之は影法師といふ可きもので影の一境界面に過ぎません。

影は立體  
的の空間を  
指すものと  
して取扱ふ  
可きであります。



(B) 影の諸相。

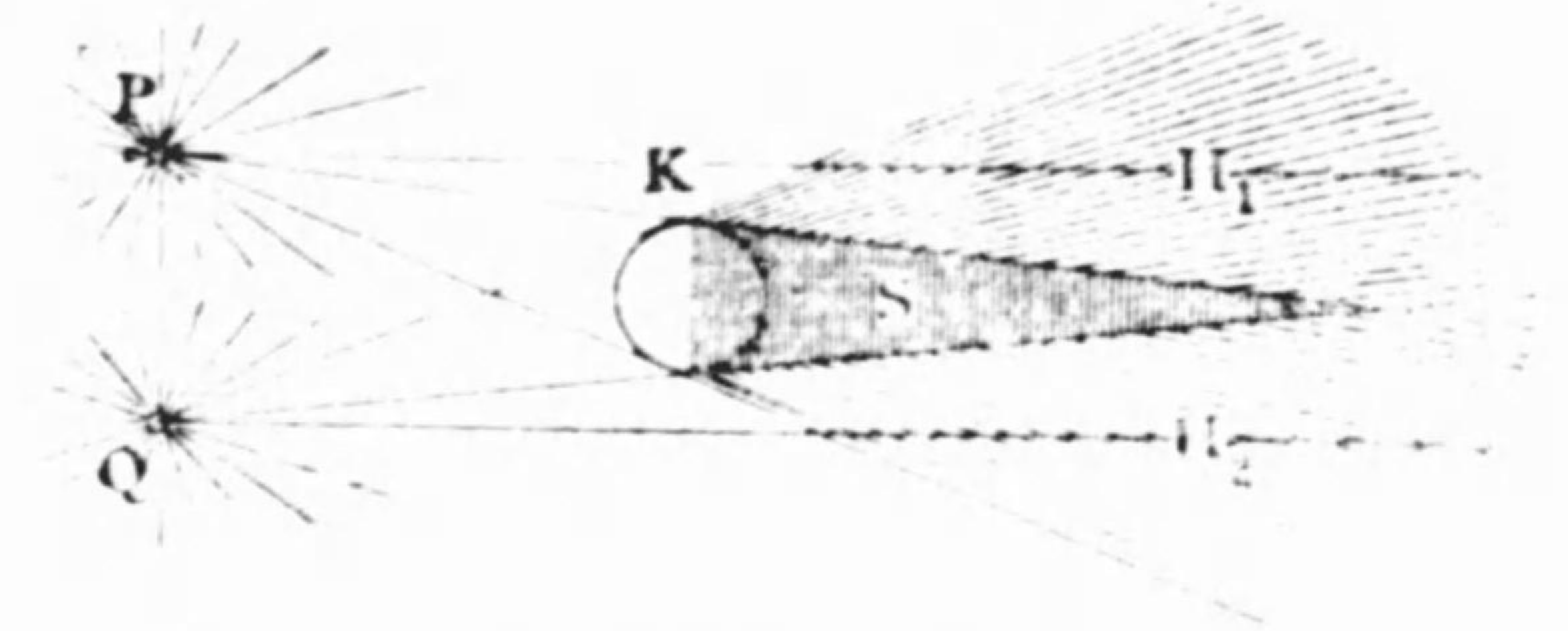
(1) 發光體が點と見做せる程度に小さいと不透明體の背後の影はその境界が鮮明であります。

(2) 發光體が大きいときは少しも光を受け  
ない本影と一部分からは光を受



ける半影とが出来ます。その本影の長さは發光體と不透明體との距離相互の大きさ等で長短があります。

(C) 日蝕と月蝕。教科書の挿繪を利用し且つ上述の本影の大小に連關せしめて



日蝕には部分蝕、金環蝕、皆既蝕のあること、及び觀測地でその諸相が異なり又時間の異なることを説明し、月蝕の場合と大いに趣の異なる點を比較することが必要であると思ひます。

頁 節  
91 100 照度。

(I) 教授要項。

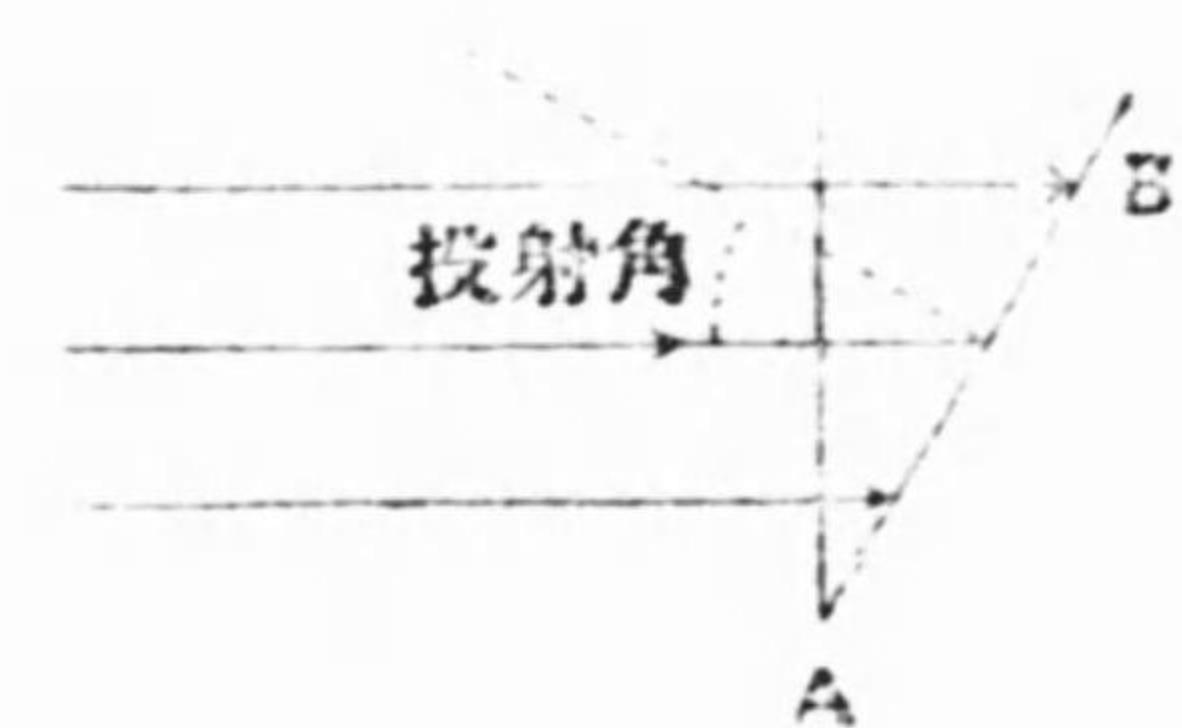
(A) 照度の定義。教科書の通り。

- (B) 面の明るさは
  - (1) 面の性質 (粗滑、色、質 (金屬、木質その他)) で異なる。
  - (2) 照度の大小で異なる。

同一の状態、性質の面の明るさは全く照度で定まります。

(C) 一光源より來る光のみで照される面の照度の大小には

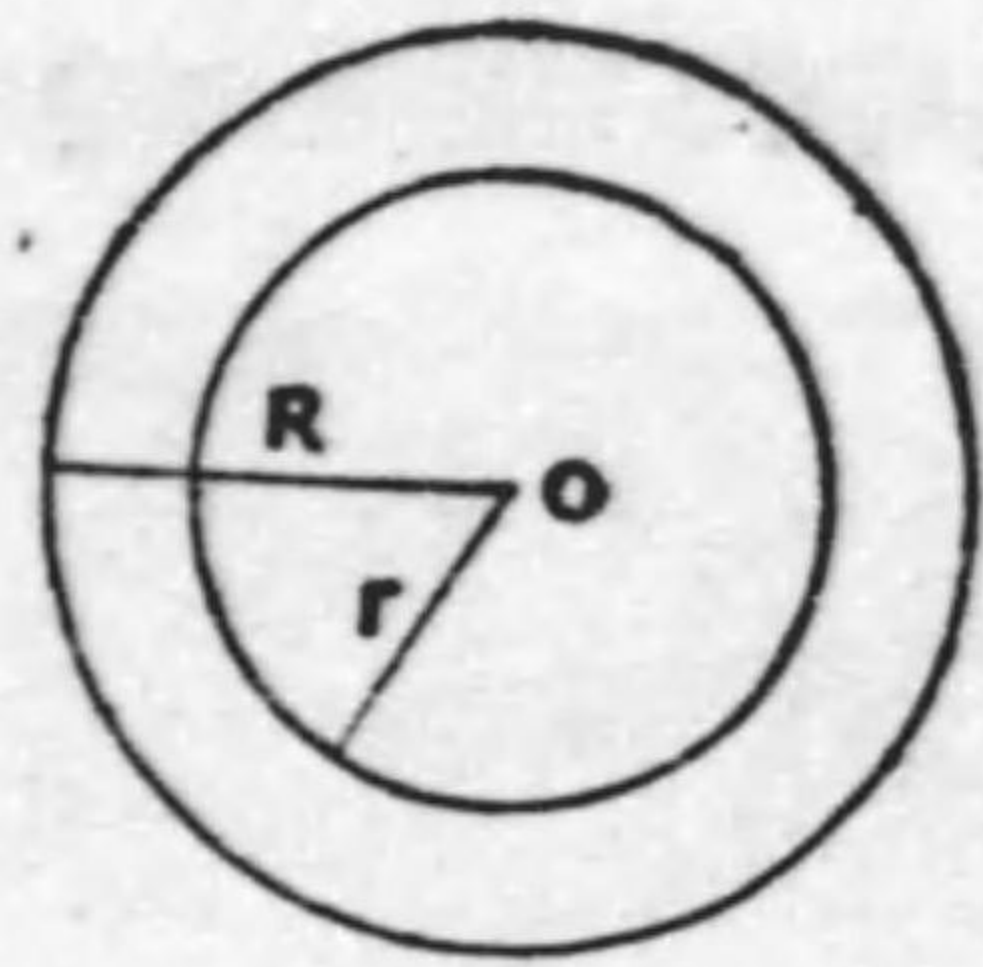
- (1) 光源その物の強さ。
- (2) 光の路筋に於ける吸收の多少。
- (3) 光線とそれを受ける面との角度。
- (4) 光源よりの距離の大小。



等が影響を及ぼします。

(3)についてはその面への光線の投射角の餘弦に正比例する譯であるが、餘弦とか投射角とかを知らない生徒には教科書の如く取扱ふのが便利であります。





(4)に關しては光源より四方に波及する光につき考へるのが普通で、それには光源を中心とし、それより  $r$  種隔たれる球面と  $R$  種隔たれる球面とを想像してその單位面積がその光源より單位時間に受ける光の量を比較するのが正しい見方の結果を與へます。

今光源から單位時間に出る光の量を  $L$  とし、 $r$  種隔の距離の球面の照度を  $I_1$ 、 $R$  種隔の距離の照度を  $I_2$  とすると、 $I_1$  と  $I_2$  とは次の如くなる。

$$I_1 = \frac{L}{4\pi r^2}, \quad I_2 = \frac{L}{4\pi R^2} \quad \text{依つて} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{4\pi R^2}{4\pi r^2} = \frac{R^2}{r^2}$$

即ち光源よりの距離の自乗に反比例します。

而し之はその方向に直角な面の照度、殊に光が一光源より四方に波及する場合のことで、平行光線の如きは距離には無關係になります。

(II) 取捨資料。

(A) 光の強さ。光線に直角なる面の照度を以てその面に於ける光の強さといひます。換言すれば光線に直角な單位面積が單位時間に受ける光の量がその面に於ける光の強さであります。

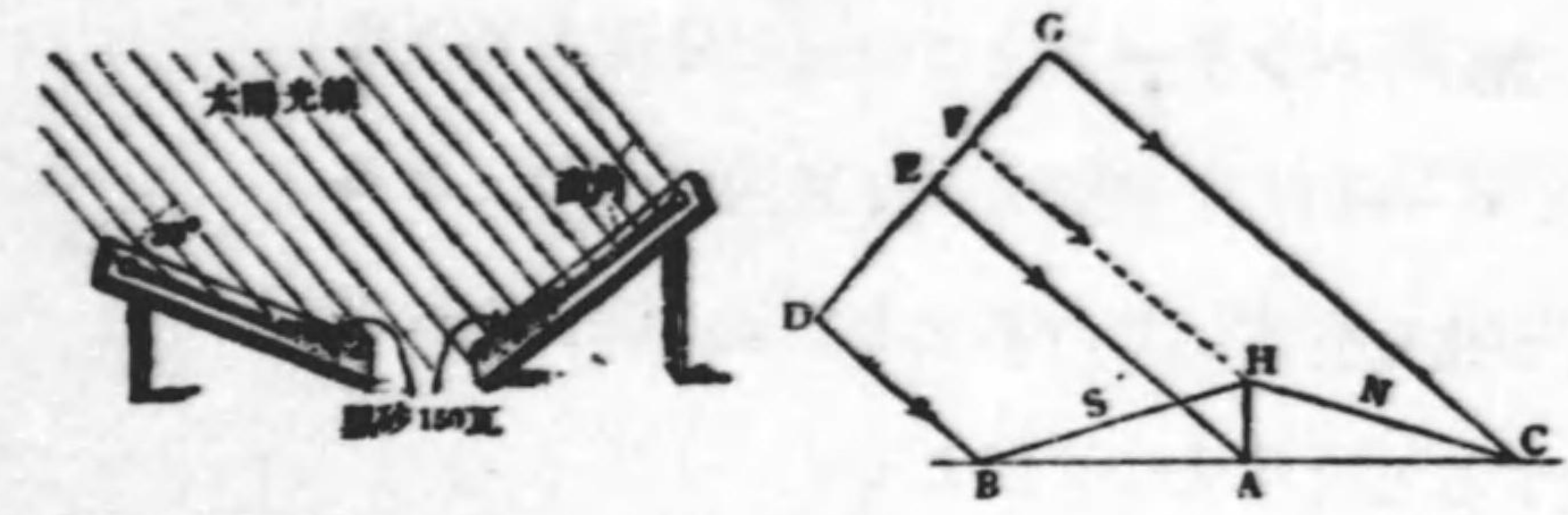
(B) 讀書に恰好の明るさ。白紙に墨書せる文字を読むには10燭光のものが1米の距離にあつてその紙面を照らす場合の明るさが恰好で之を10米燭光と呼びます。一見光度の單位の如く聞えますが之は明るさに關したものであります。

(C) 本節に關聯して夏暑く冬寒い次第を考察せしめることも面白いと思ひます。生徒にはこの原因を太陽と地球との距離關係で考へようとする弊があります。太陽が七月初めに最も遠く、一月に最も近い次第でありますからこの考へ方は事實齟齬致します。之は



太陽光線とそれを受ける受光面との角度で考へるのが妥當であることを知らしめ、理解さす可きだと思ひます。

之は右のやうな實驗によつても認知出來ます。



又一日の中でも

下圖の如き關係で考察さすことが可能であります。



左方の圖は之を實驗する装置で、磁針で方位を合せ、

棒の影法師の長さで光の傾斜度が知れるやうにしてあります。

頁 節  
92 101 光度。

教授要項。

(A) 光度の意義。光度とは光源の強弱を比較するために設けたもので、光源より單位の距離にある光線に直角な平面の照度を用ひて表はします。換言すれば光源の強弱を、それより高位の距離に於ける光の強さで定めるのであります。

(B) 光度の單位。

(1) 萬國燭光 (International Candle Power) 我が國では之を標準にしてをります。(電氣事業法施行規則第五十一條) 1燭光は750耗(氣壓)のとき、1立方米中に8立の水蒸氣を含有する空氣中に於て、ハーコート (Harcourt) 氏(英)10燭光ペンテーン ( $C_5H_{12}$ ) 燈が燃焼する場合の光力光度の十分の一とす。之は明治44年に制定せられたものであります。

(2) 標準蠟燭。直徑1吋、重さ $\frac{1}{6}$ 封度の鯨蠟標準蠟燭が40耗の高さの焰を出し、毎時間12グレーン(7.776宛) 燃えるときに光度を1燭光とする。(英吉利)

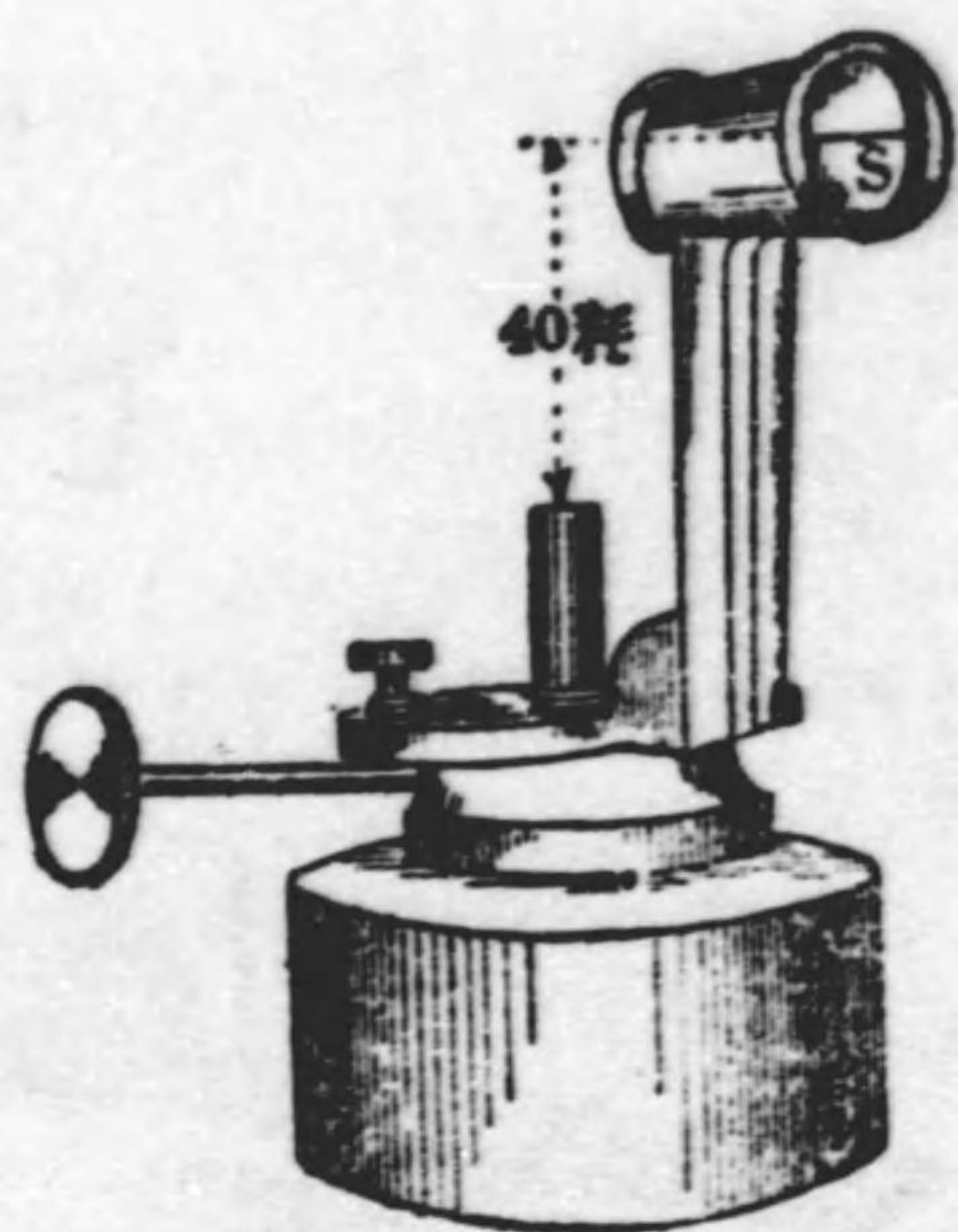
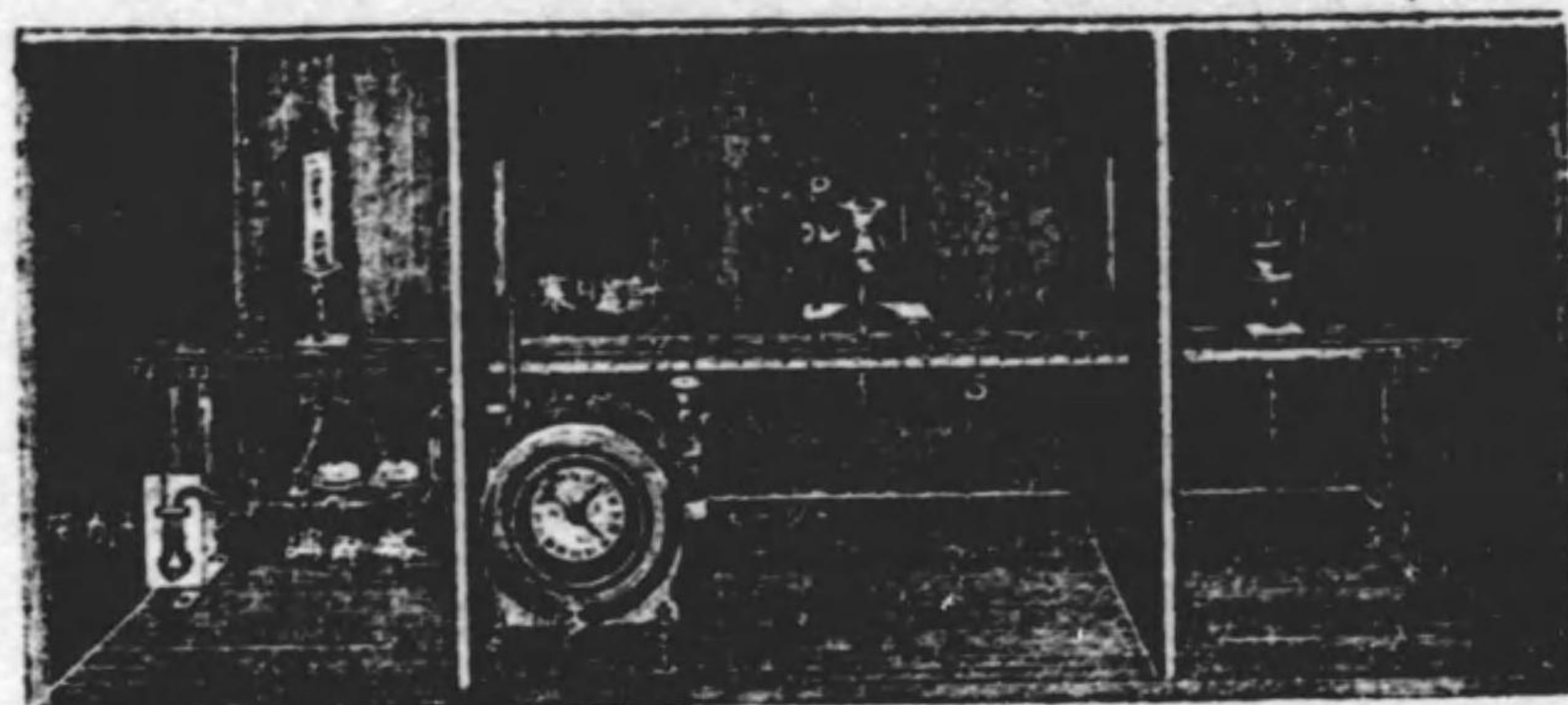


(附) **ペンテーン** は原油を分溜するとき  $25^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 40^{\circ}\text{C}$  で溜出する揮発油で  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  なる分子式を有す。この蒸氣と空氣の混合物に點火するとよく光つて燃える。

標準蠟燭は周圍の空氣の模様や、芯の出工合等で二割弱の差を生ずるがペンテーン燈にはそのやうなことがなくてよいのであります。

標準蠟燭の1燭光はペンテーン燈による萬國燭光で示すと1.03燭光となります。故に兩者の間には大差がありません。

光度の精密な測定には下圖の如く中間壁を用ひて行ひます。



(標準ペンテーン燈)

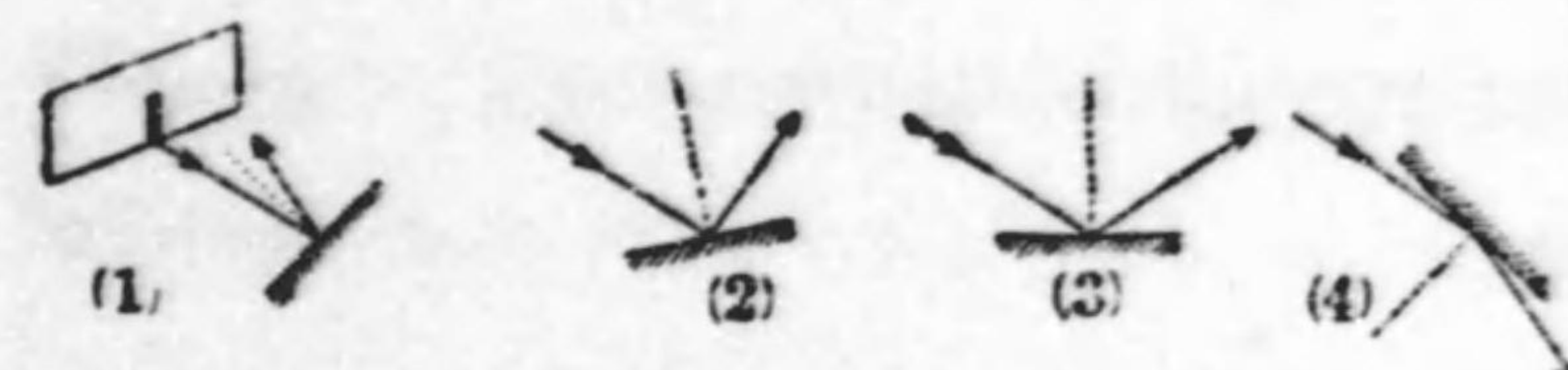
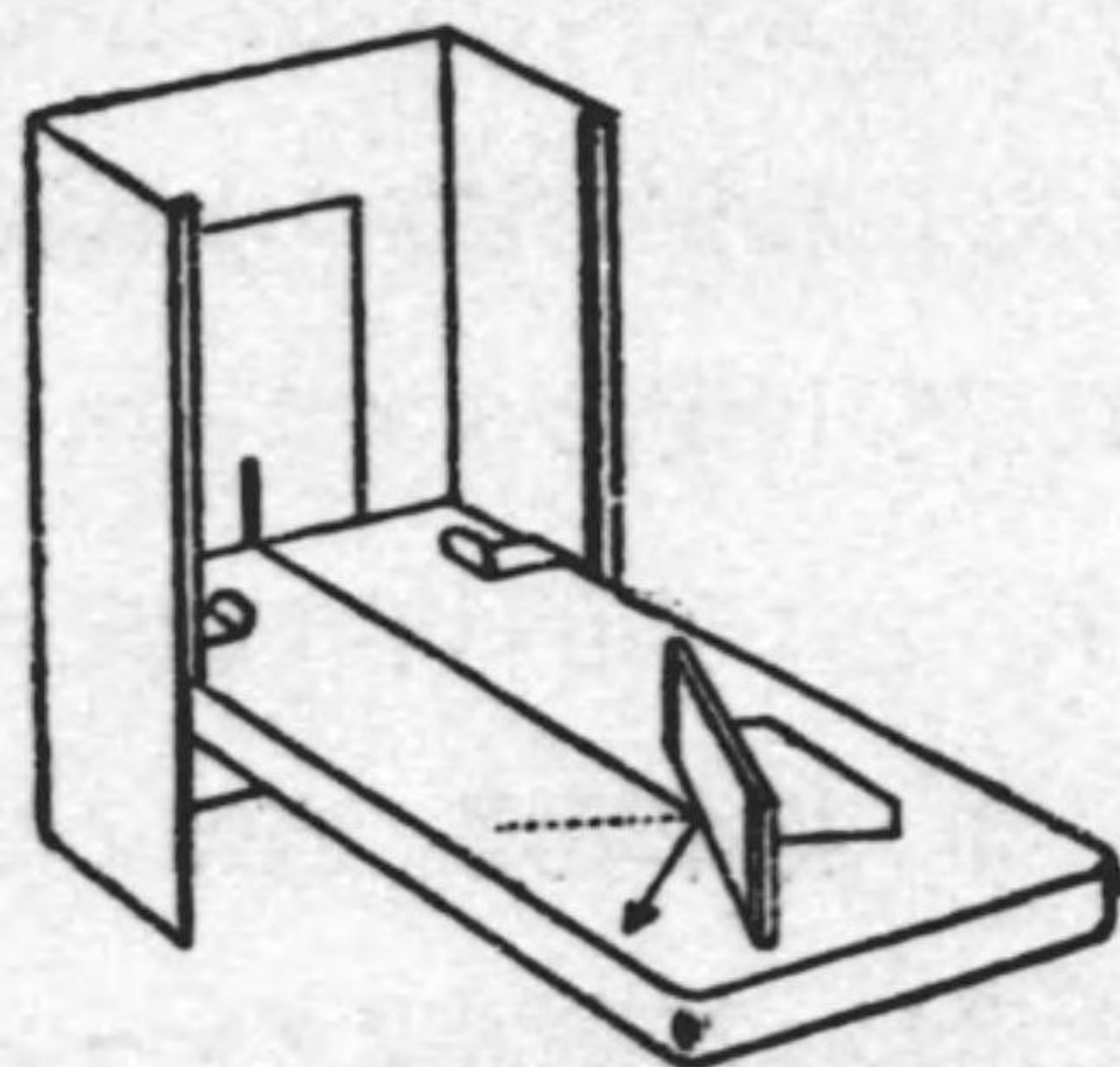
## 第二章 光の反射

頁 節  
93 102 反射の定律。

### (I) 教授要項。

#### (A) 反射の實驗。

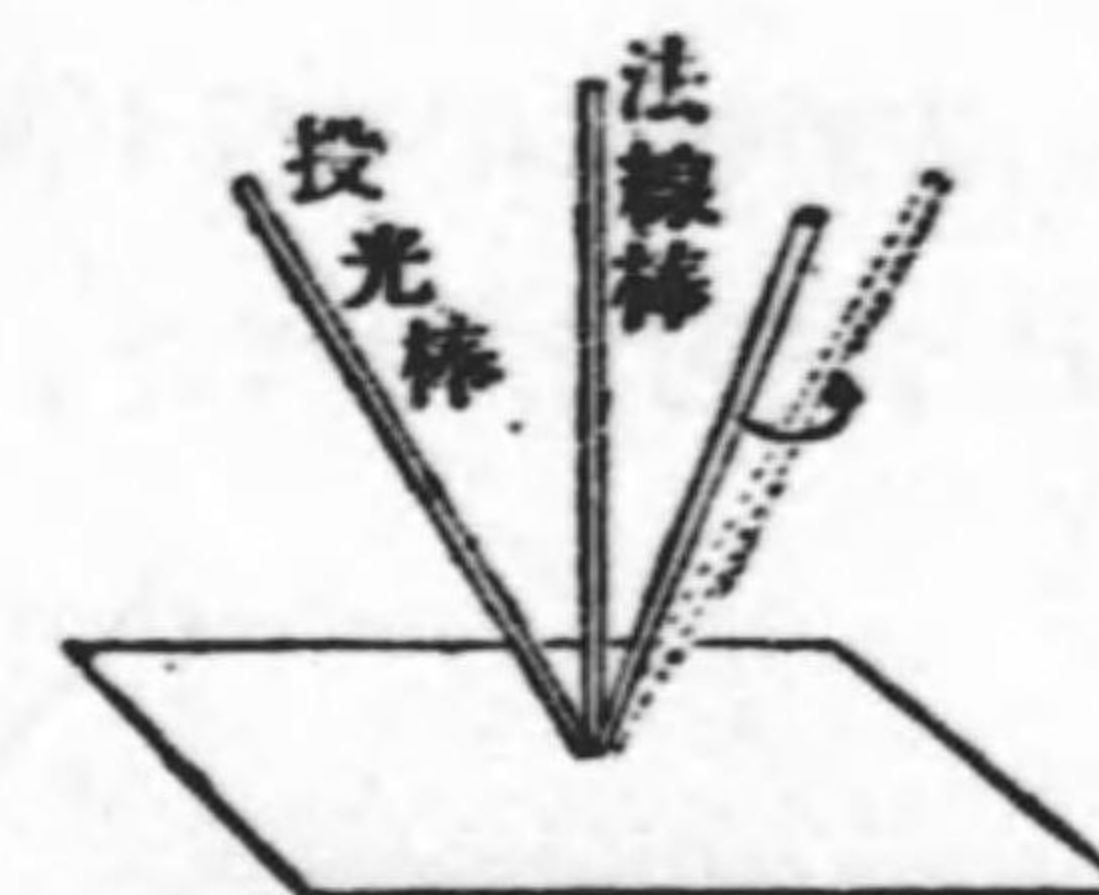
- (1) 暗室内で教科書 209 圖の實驗。
- (2) 光學一切實驗器で下圖の如き實驗を日光を利用して行ひます。



(1), (2)共に鏡を色々  
の方向に廻して反射光線  
の方向變化をよく見せま

す。

(B) **反射の定律** に於ては「同一平面上」といふことが生徒に理解し難いやうでありますから、この點に注意する必要があります。右圖の如くすると比較的以上を了解せしめ易くあります。



### (II) 注意事項。

(1) 光の反射は透明體の表面に於ても起るのでありますから實驗に於てもこの種のを試み、徹底して置く必要があります。

(2) 反射光の量は投射角の大小及び物體の表面の状態で異なることも場合によつて附説すべきであると思ひます。

一般に投射角が一となるにつれて反射光の量は増加します。水面に  $2^{\circ}$  内外の投射角で投射する光は 1.7% 許りしか反射しませんが、投射角が  $80^{\circ}$  内外になりますと反射光の量は 50% 以上に及びます。夕陽とか朝日とかが水面に金波、銀波をたゞよはすのはこのためであります。

又物質中よく磨いた銀の表面は最も多量の光を反射します。(90%以上)

頁 節  
93 103 平面鏡。

### (I) 教授要項。

(A) **平面鏡による點の像**。A' 點は光の集る點にあらず、光を目に受ける人がそこに光點があるかの如く思ふので虚像として實際光の集つて見える實像と區別せしめること。

實際の光線は之を實線で圖示し、虚像への延長の如く眞光線の線路に非ざ

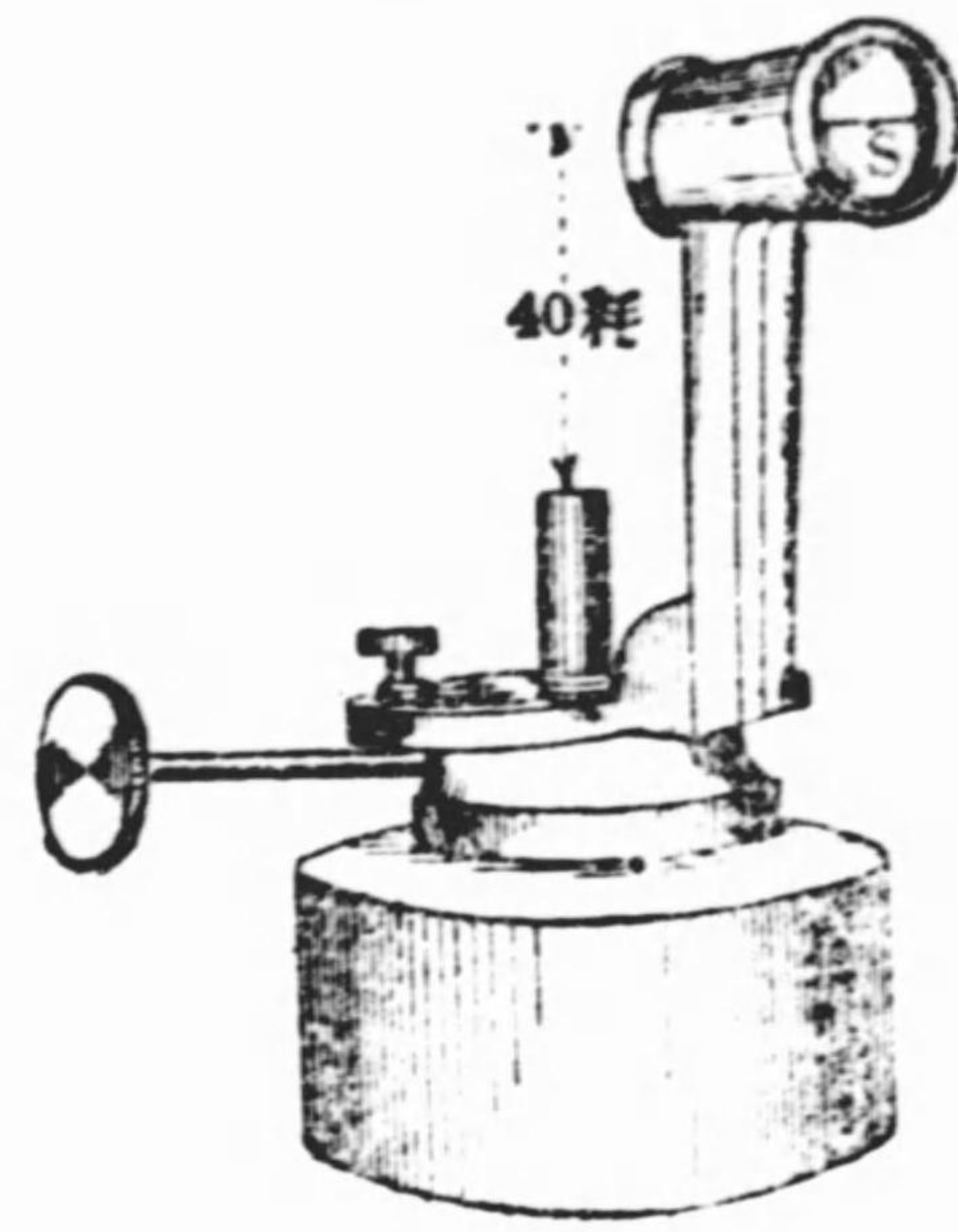
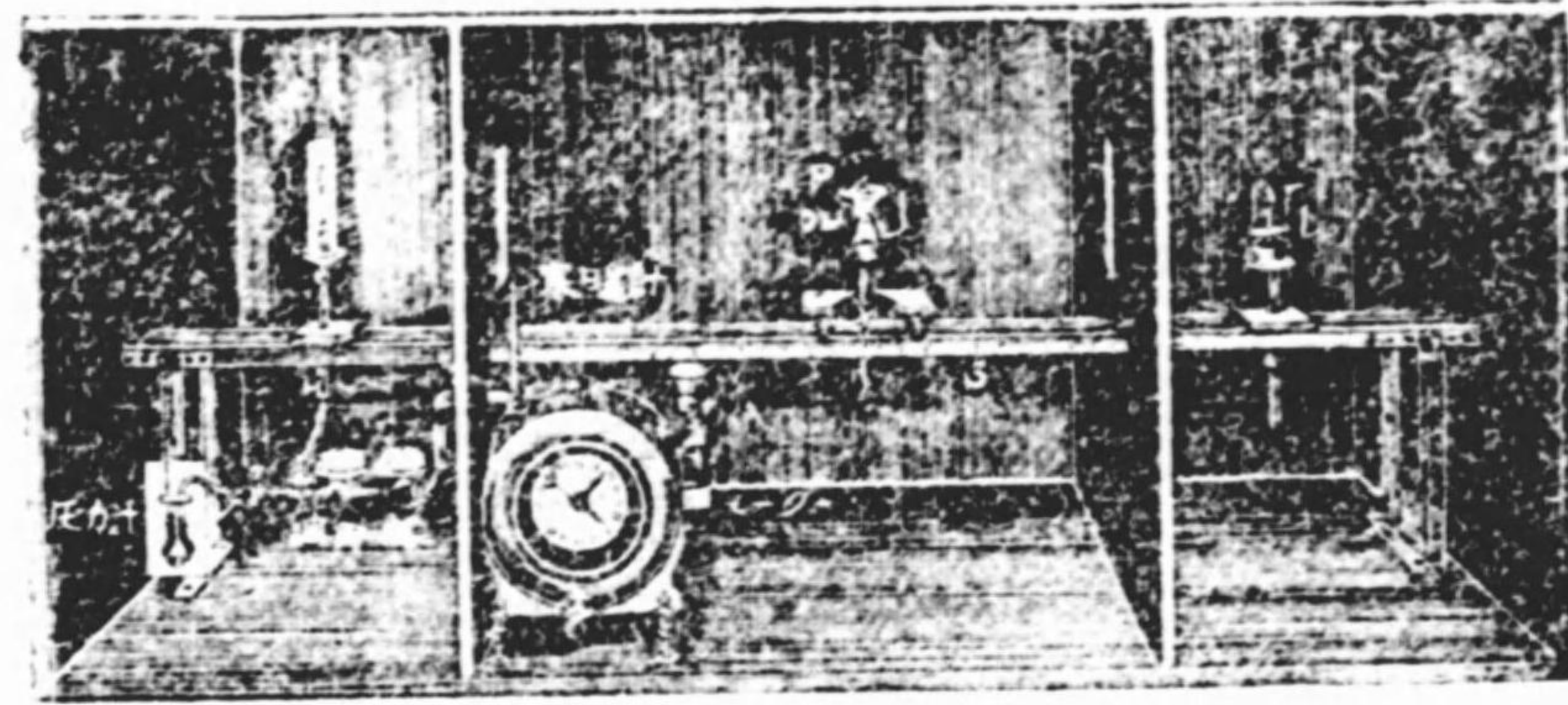


(附) **ペンテーン** は原油を分溜するとき  $250^{\circ}\text{C} \rightarrow 40^{\circ}\text{C}$  で溜出する揮発油で  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  なる分子式を有す。この蒸氣と空氣の混合物に點火するとよく光つて燃える。

標準蠟燭は周圍の空氣の模様や、芯の出工合等で二割弱の差を生ずるがペンテーン燈にはそのやうなことがなくてよいのであります。

標準蠟燭の1燭光はペンテーン燈による萬國燭光で示すと1.03燭光となります。故に兩者の間には大差がありません。

光度の精密な測定には下圖の如く中間壁を用ひて行ひます。



(標準ペンテーン燈)

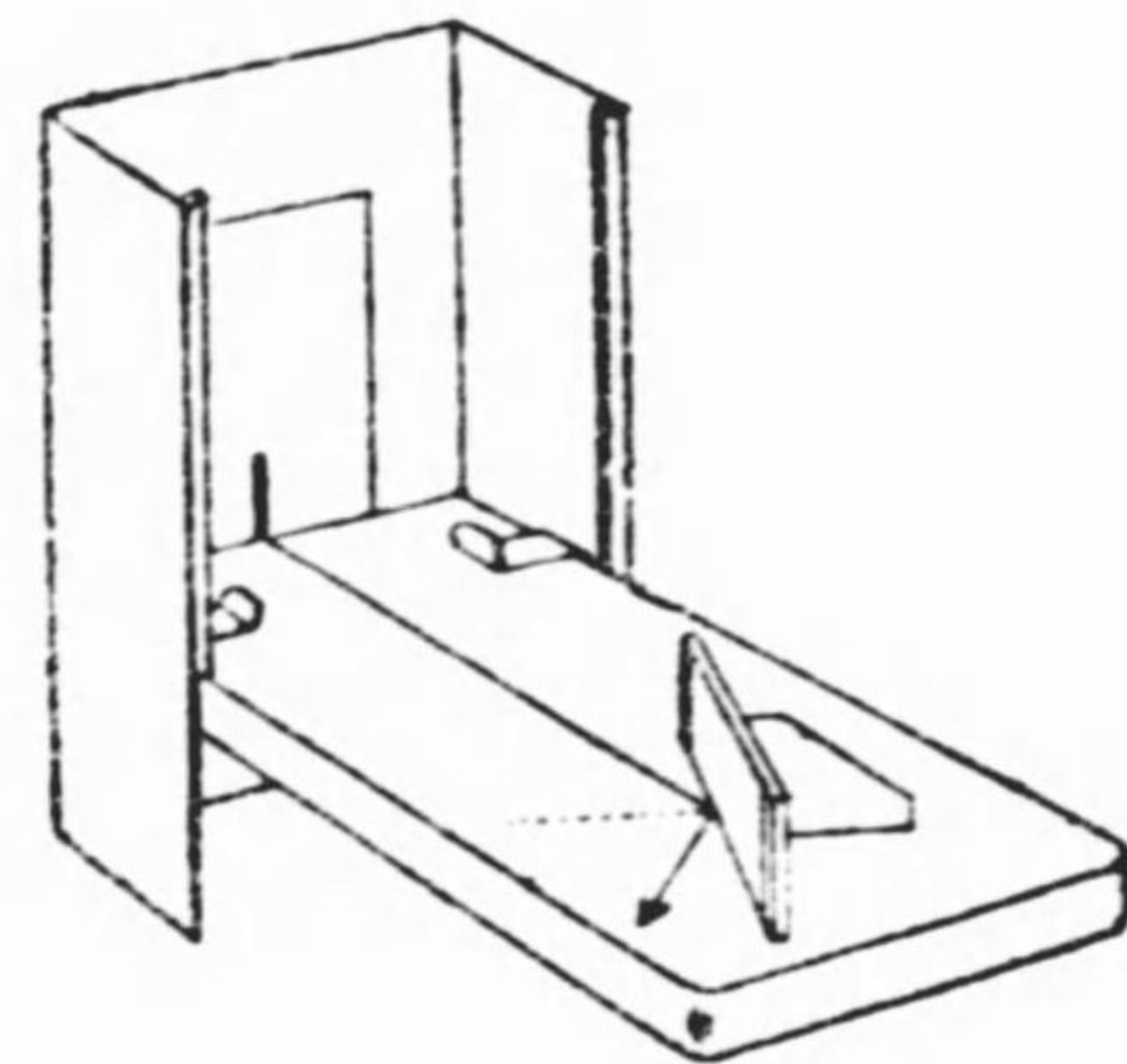
## 第二章 光の反射

頁 節  
93 102 反射の定律。

### (I) 教授要項。

#### (A) 反射の實驗。

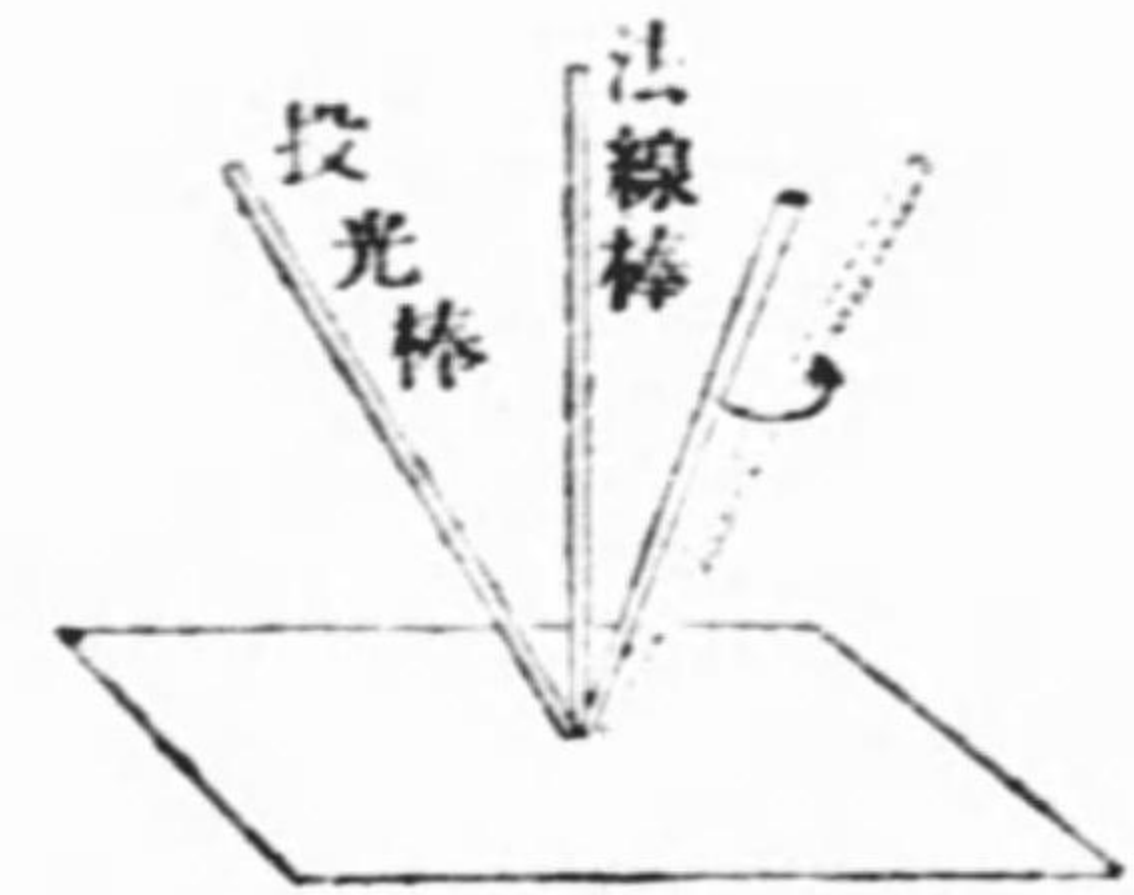
- (1) 暗室内で教科書299圖の實驗。
- (2) 光學一切實驗器で下圖の如き實驗を日光を利用して行ひます。



(1), (2) 共に鏡を色々の方に廻して反射光線の方角變化をよく見せま

す。

(B) **反射の定律** に於ては「同一平面上」といふことが生徒に理解し難いやうでありますから、この點に注意する必要があります。右圖の如くすると比較的以上を理解せしめ易くあります。



### (II) 注意事項。

(1) 光の反射は透明體の表面に於ても起るのでありますから實驗に於てもこの種のものを試み、徹底して置く必要があります。

(2) 反射光の量は投射角の大小及び物體の表面の状態で異なることも場合によつて附説すべきであると思ひます。

一般に投射角が一となるにつれて反射光の量は増加します。水面に2内外の投射角で投射する光は1.7%許りしか反射しませんが、投射角が80°内外になりますと反射光の量は50%以上に及びます。夕陽とか朝日とかが水面に金波、銀波をたゞよはすのはこのためであります。

又物質中よく磨いた銀の表面は最も多量の光を反射します。(90%以上)

頁 節  
93 103 平面鏡。

### (I) 教授要項。

(A) **平面鏡による點の像**。A'點は光の集る點にあらず、光を目に受ける人がそこに光點があるかの如く思ふので虚像として實際光の集つて見える實像と區別せしめること。

實際の光線は之を實線で圖示し、虚像への延長の如く眞光線の線路に非ざ



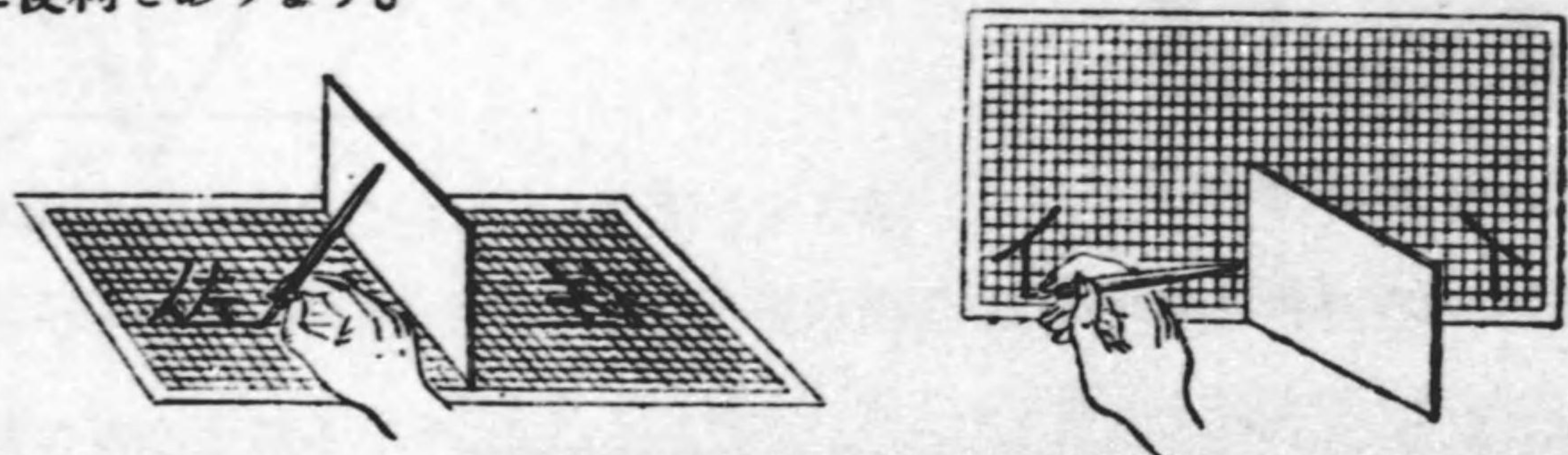
るものは、必ず点線又は破線を以て示すのが規定であります。

(B) 平面鏡による物体の像。

- (1) 実物と虚像とは等大。
- (2) 鏡より等距離に位置する事。
- (3) その左右互に相反する事。

之を簡単に理解せしめるには教科書94頁の實驗、即ち圖213の如く直立せる鏡の側方で文字を書かしながら對比せしめるのがよいと思ひます。

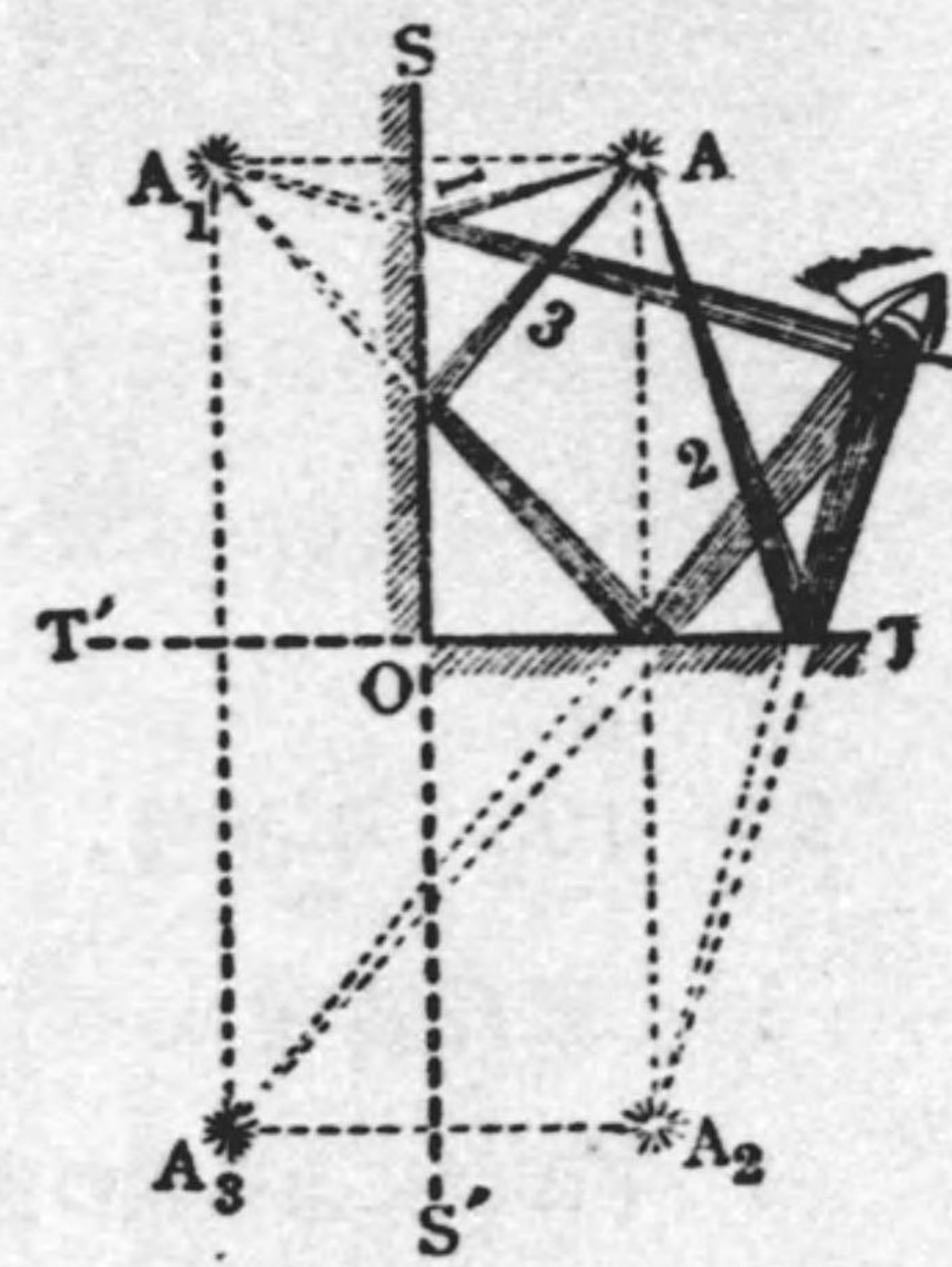
方眼紙を用ひて下圖の如き生徒實驗を行へば色々の場合のことが立證せられて便利であります。



(C) 自然現象及び日常事項との連絡。

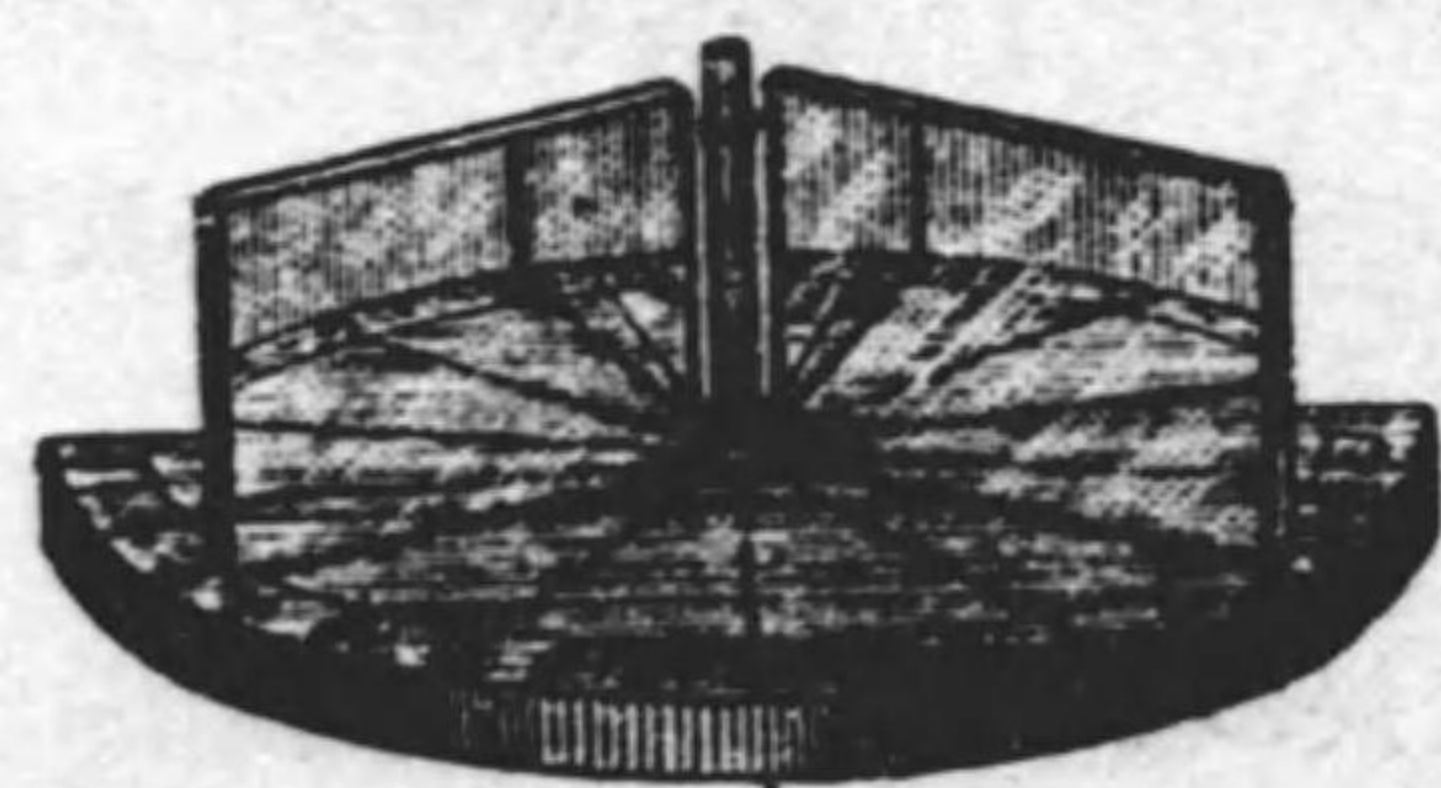
- (1) 對岸の樹木の水に映つて見える理由。
- (2) 猿猴が水に映する月影を取らんとする繪があるが、このときの月の天上の位置から實際の模様を批判せしめること。

(3) 透明な窓硝子に對立するときその虚像が見える場合と、見えない場合とがある理由を推究せしめます。



(II) 注意事項。

(A) 平面鏡に接近せる物体に於てはその硝子の表面、硝子の裏面等で反射せられる僅かの光



による虚像が鏡銀面からの眞虚像と併列して見えることがありますので生徒中疑問を起すものもあります。之は適當に教示すべきこととあります。

(B) 本章は幾何學的内容のみのものでありますから數學と連絡をとり幾何學の證明を附説すべきであります。

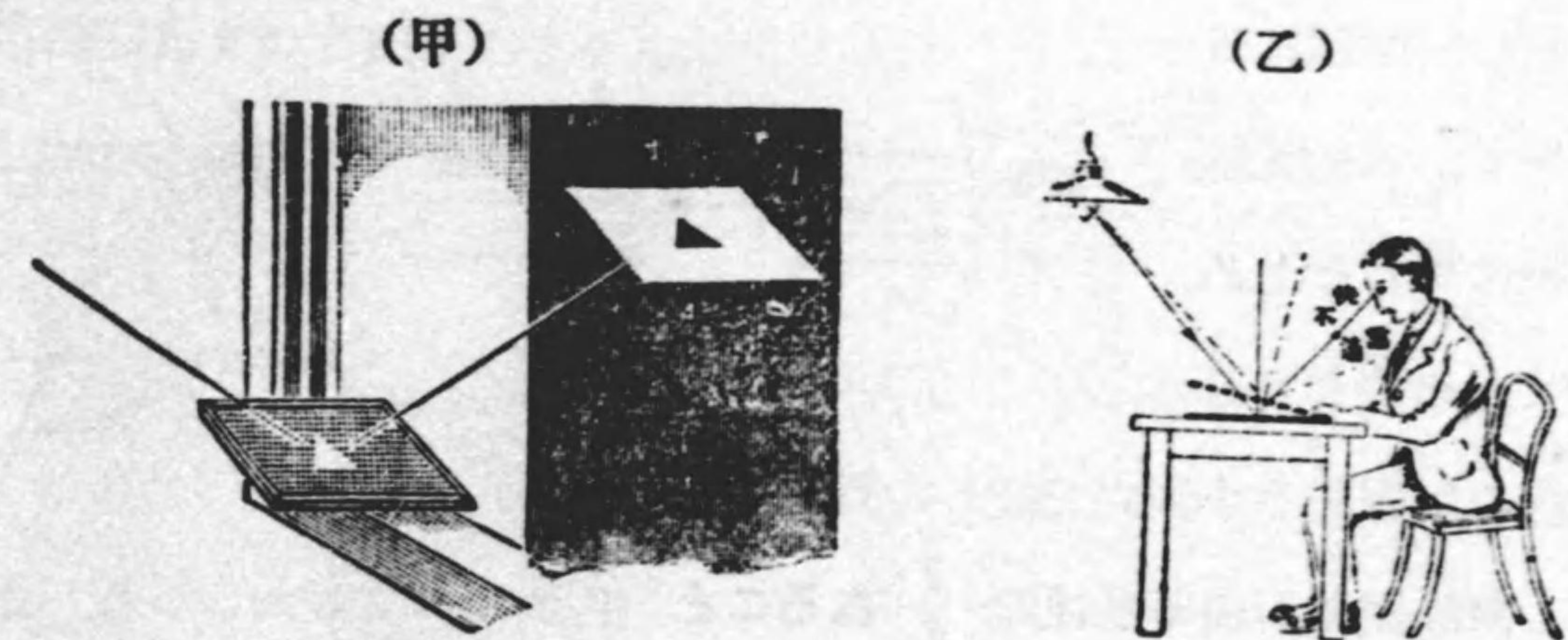
(II) 參考資料。時間の都合で添加すべき事項。

- (A) 直角なる二枚の鏡による像。
- (B) 平行なる二枚の鏡による像。
- (C) 任意角度の二枚の鏡の中間にある物体の像等。

頁 節  
94 104 亂反射。

教授要項。

(A) 亂反射の實驗。本編の初めに圖示せる亂反射鏡で日光を四散せしめて見せます。又暗室内に導いた光をヤスリ紙の最も細い面で受けそれから四散する亂反射を見せる。



平面鏡に種々の切貫紙をあて、正、亂反射を反射光の投射する部分につき上圖甲の如く見せしめます。

乙圖の如き讀書に於ては正反射を紙面より受けると不快のもので、亂反射の方が却つて適當であります。

(B) 亂反射及び散光の定義 及び散光を生ずる理由、模様等を説明すること。

(C) 空中で起る亂反射。暗室に導いた光線の直上から軽い燒粘粉末を落し



てその乱反射による散光を見せしめてそれを研究せしめます。

(D) 乱反射による自然現象, 日常事項 を考察せしめます。

- (1) 日光の来ない室内でも相當に明るいこと。
- (2) 普通の物體が四方から見得られること。
- (3) 日出前, 日没後少時間薄明のつゞく理由。

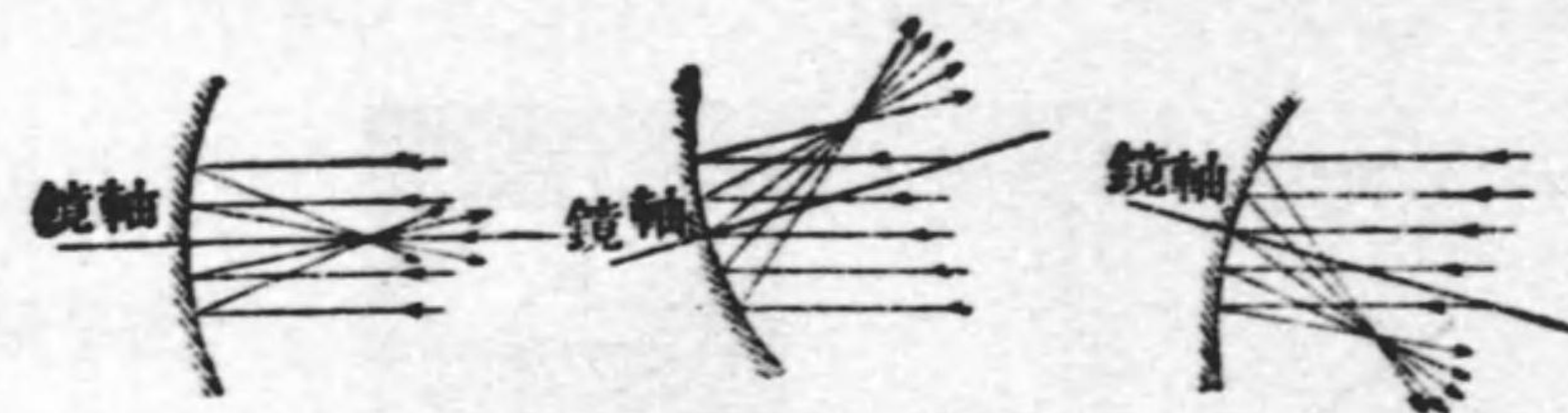
頁 節  
95 105 球面鏡。

教授要項。

(A) 球面鏡, 鏡軸, 凹凸鏡等の定義。

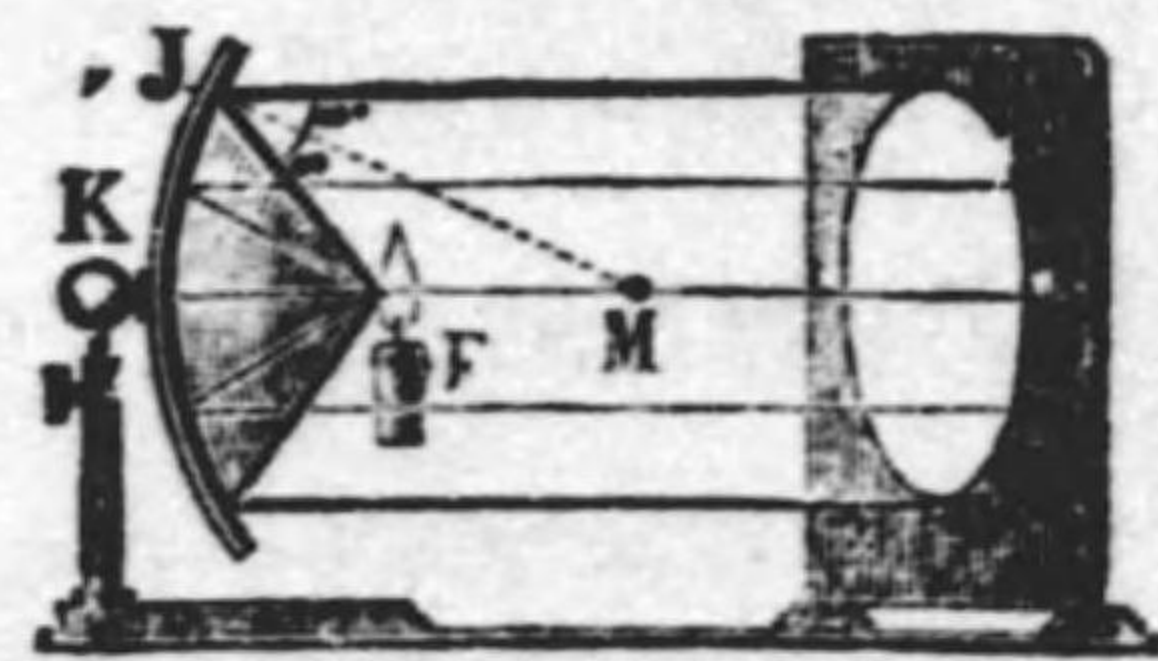
(B) 平行光線が反射後焦點を通過する實驗。断面凹面鏡を利用して本編の始めのK圖に示してある如く, 鏡軸に平行に入射せしめた光が凹面鏡でその焦點に集る次第を實驗すること。

又直接凹面鏡に日光をあて, 入射光線を鏡軸に平行せしめ, 或はせしめずして反射光線の集合点を小衝立で探して見ること。



(C) 焦點距離が曲率半径の  $\frac{1}{2}$  なること の教授は, 幾何の教授が進んでをれば共軛點の關係を先に證明して  $f = \frac{r}{2}$  の證明を後にするを便とするも普通の状態では  $f = \frac{r}{2}$  を定義的に導かねばならないことと思ひます。

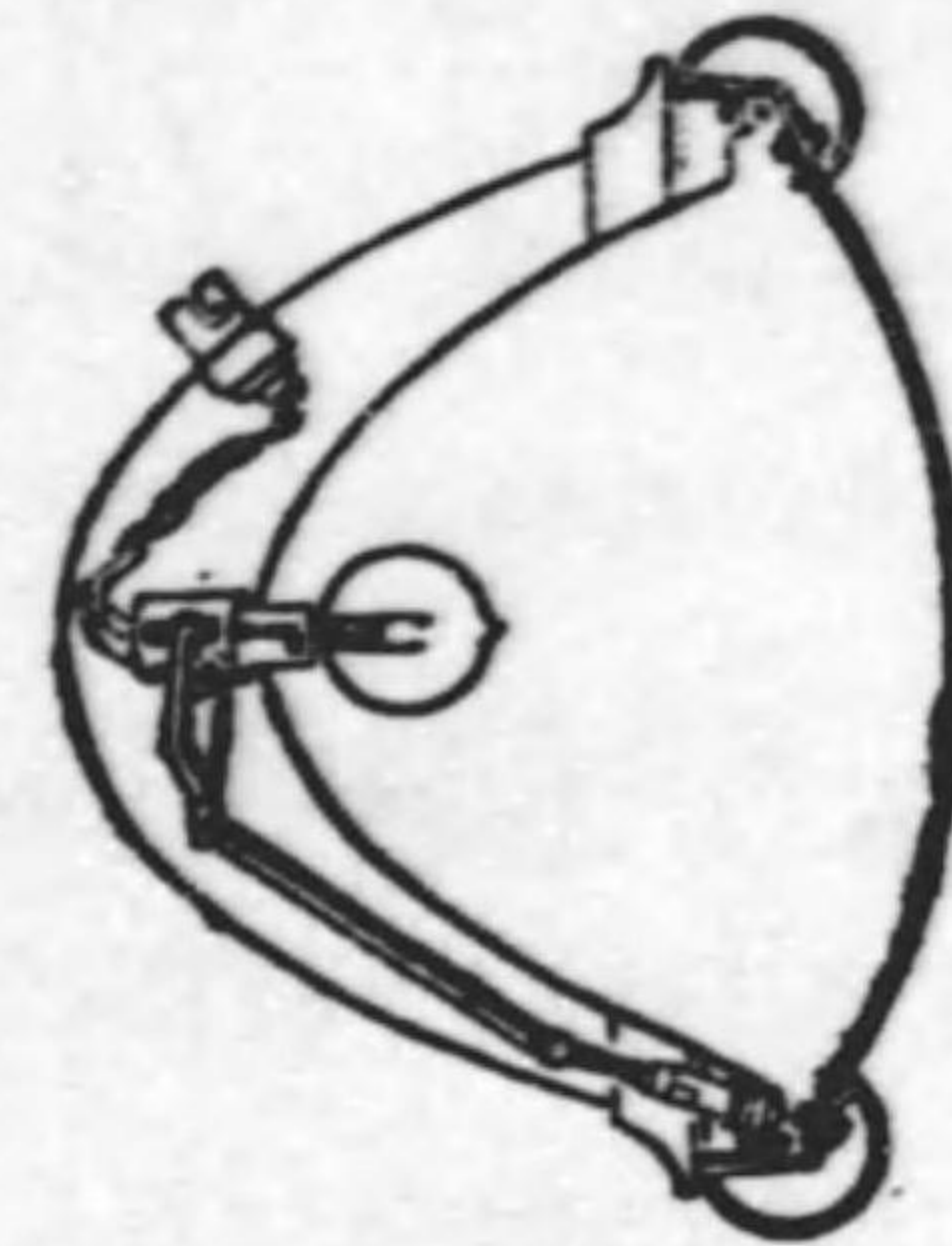
(D) 光線逆行の關係を反射の定律から導いて焦點から出て凹面鏡に投射した光は鏡軸に平行となり進むこと。平行光線は強さが弱らないから遠方を照らすに好都合なること等を考察せしめます。



(E) 圖を利用して以上の理を如實に導き, 照返し, 反射鏡等の意義をも知

らしめます。

(F) 拋物線鏡の更に有效 なることを以上に連絡をとりつゝ説明すること。

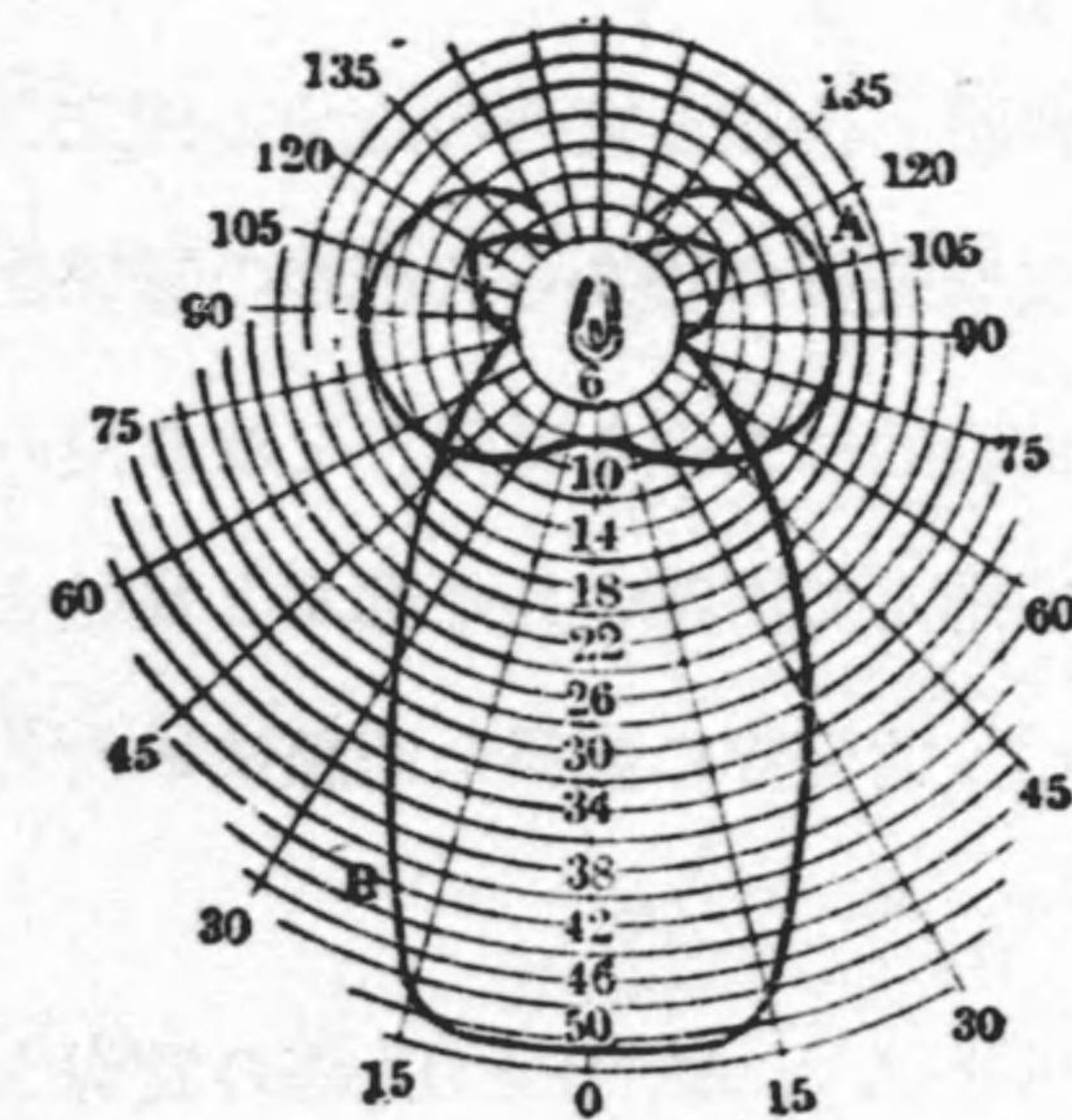
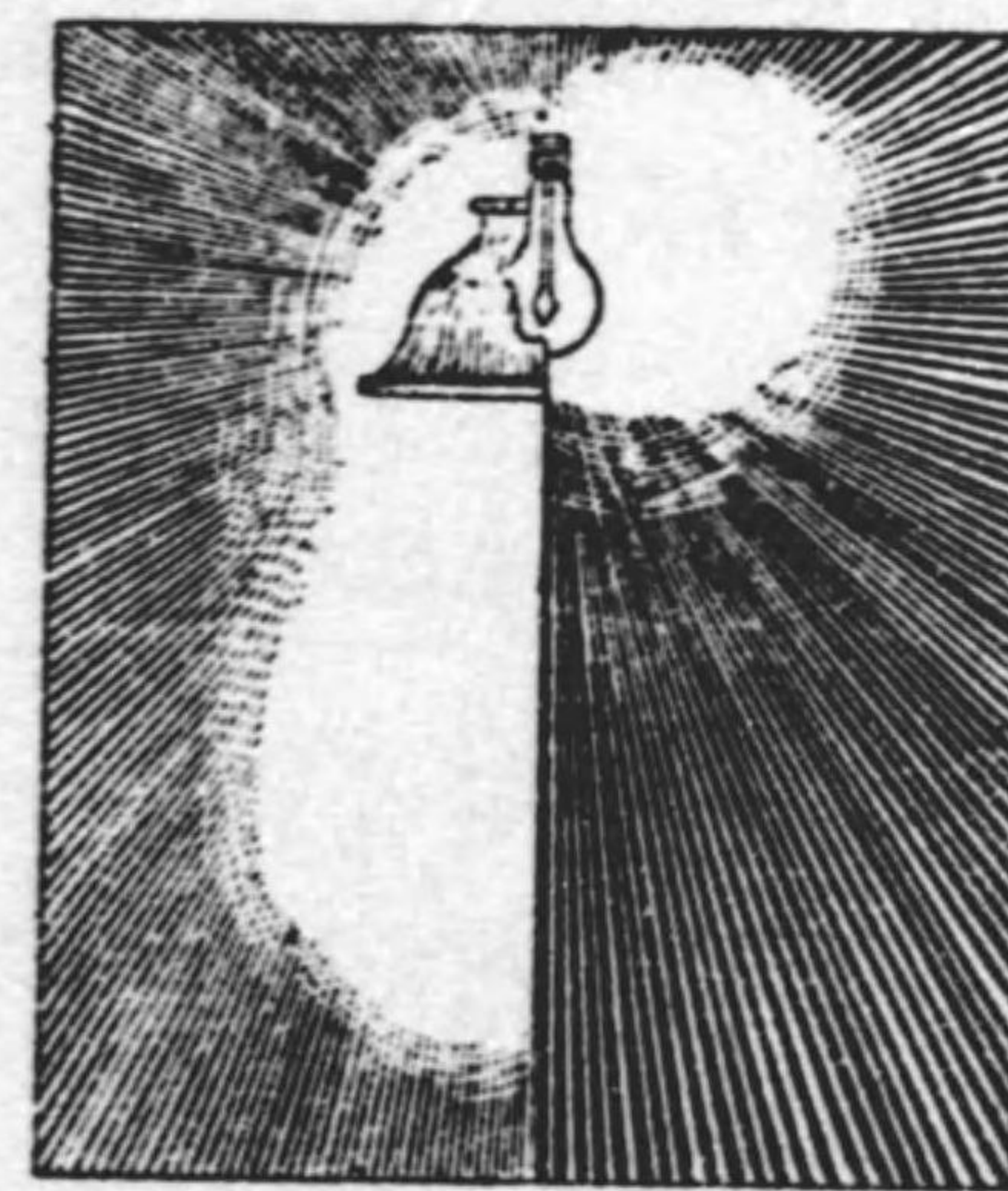


(G) 反射鏡の應用。

- (1) 教科書の 217 圖を利用してランプの笠の效用を考察せしめます。
- (2) 探照燈の反射鏡。
- (3) 自動車のヘッドライト。
- (4) 顯微鏡の照返し。

(H) 反射笠 (シールド) の有無と電燈の配光曲線。電燈につきその垂直面内に配光する模様を光度計で測ると, シールドの有無で次圖の如き著しい結果が現はれます。

即ち笠のない場合には10燭光の電球の直下に3燭光の光源より受けるよりも更に微弱なものしか達しません。



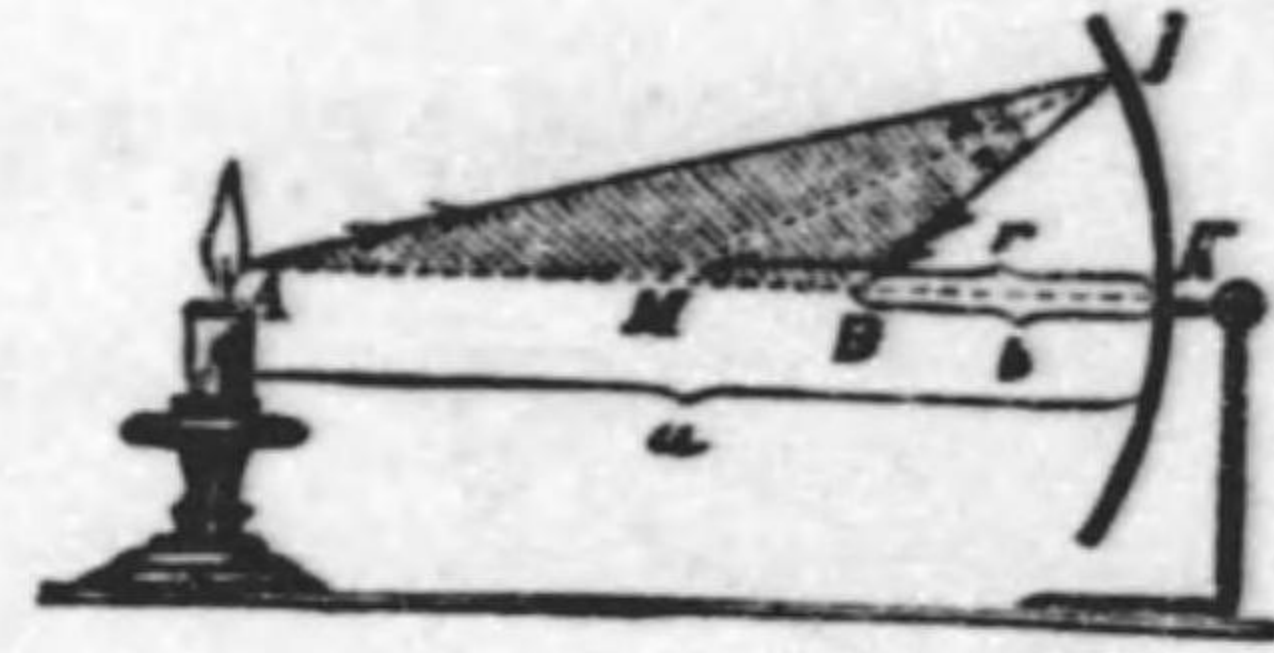
頁 節  
96 106 凹面鏡の共軛點。

教授要項。

(A) 光點とその實像との關係。幾何學が進んで居らねば  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$  を定義的に授け, 幾何學が進んでをれば次の如く取扱つて證明すること。



右圖に於てAを光點, Bをその實像, AKを鏡軸, Mを曲率中心, Kを鏡心とします。さうすると反射の定律から  $\angle AJM = \angle BJM$  即ち JM は J 角の二等分線であります。



依つて  $JA : JB = AM : BM$

若し J 點が鏡心 K に充分近いときは  $JA = AK, JB = BK$  と見做すことが出来ます。

今  $JA = AK = a$   
 $JB = BK = b$  としますと  $a : b = a - r : r - b$  となります。  
 半径  $MK = r$

$\therefore br + ar = 2ab$

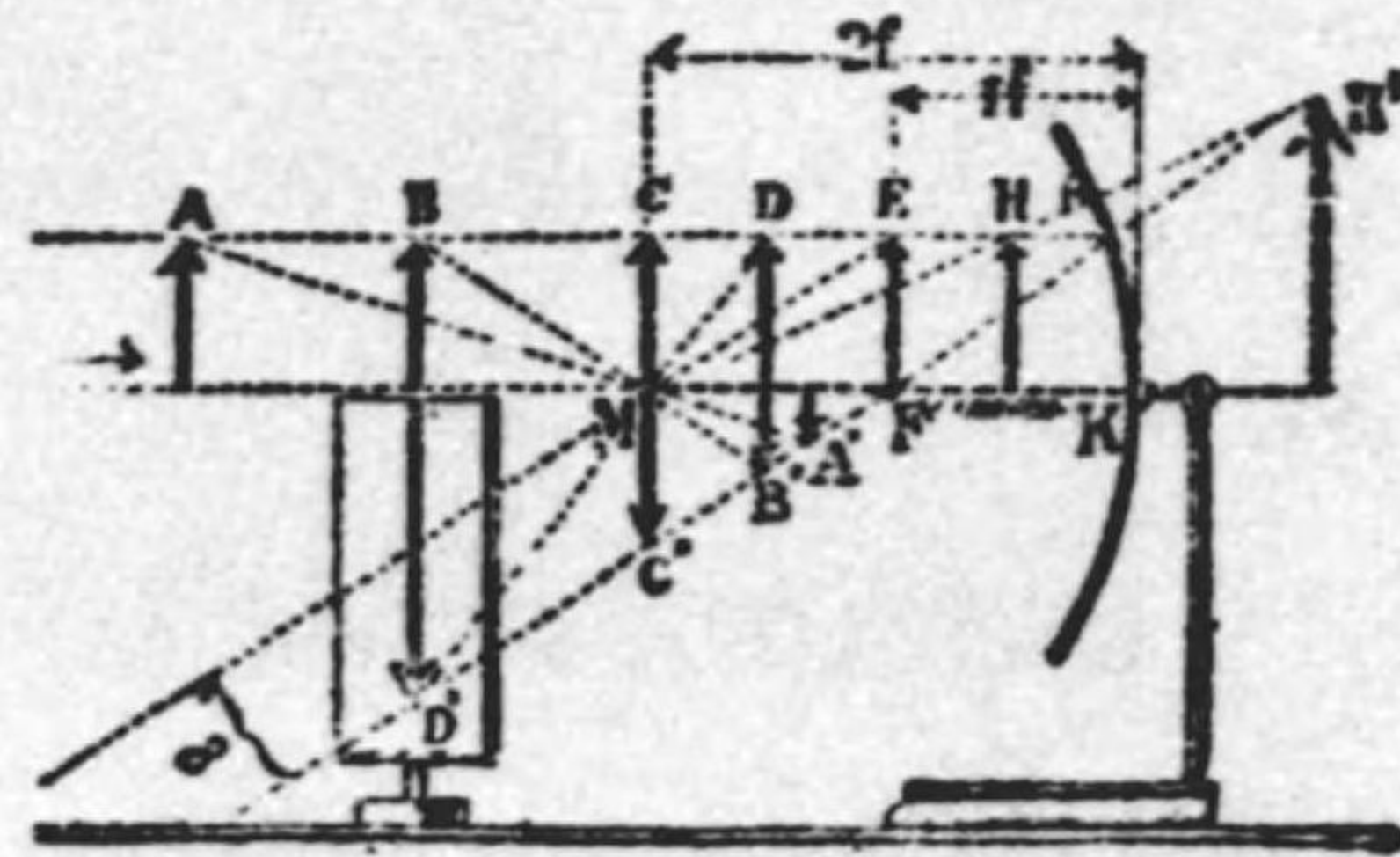
$\therefore \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$  となります。

(B)  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  に導きます。

(C) 實驗。物體と實像の生ずる衝立とを交換して共軛點の關係を見る。

(D) 光線逆行の理から共軛點の關係を知らしめます。

先づ實驗的に光體と實像とを取り換へて實證します。次にその意義を説明し、更に進んで右圖の如き圖示と實驗とを併行しつゝ共軛點の關係を明瞭にいたします。



このとき A と A', B と B' 等の實像と物體とは同色の色チョークで示すと面白い。

そして明快な教授が出来ます。

又  $a = \infty$  のときは  $\frac{1}{a} = 0$  となり,  $\frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  から

$b = f$  なることを知らしめ, 無限遠の物體の像が焦點に出来ることを明かにします。

最後に虚像の場合を教授し, 平面鏡の場合と異なる點を比較します。

頁 節

97 107 球面鏡による物體の像。

(I) 教授要項。

(A) 鏡軸外の光點の像 の位置につき教授すること。

(B) 物體の像 をその集合として認めること。

實驗と對照して次の三つの場合に分ち教授します。

(1) 物體が球心と焦點との間にあるとき。

この實驗は燭火の像を後方の壁上に映出せしめるとよいと思ひます。

(2) 物體が球心外にあるとき。

(3) 物體が焦點内にあるとき。

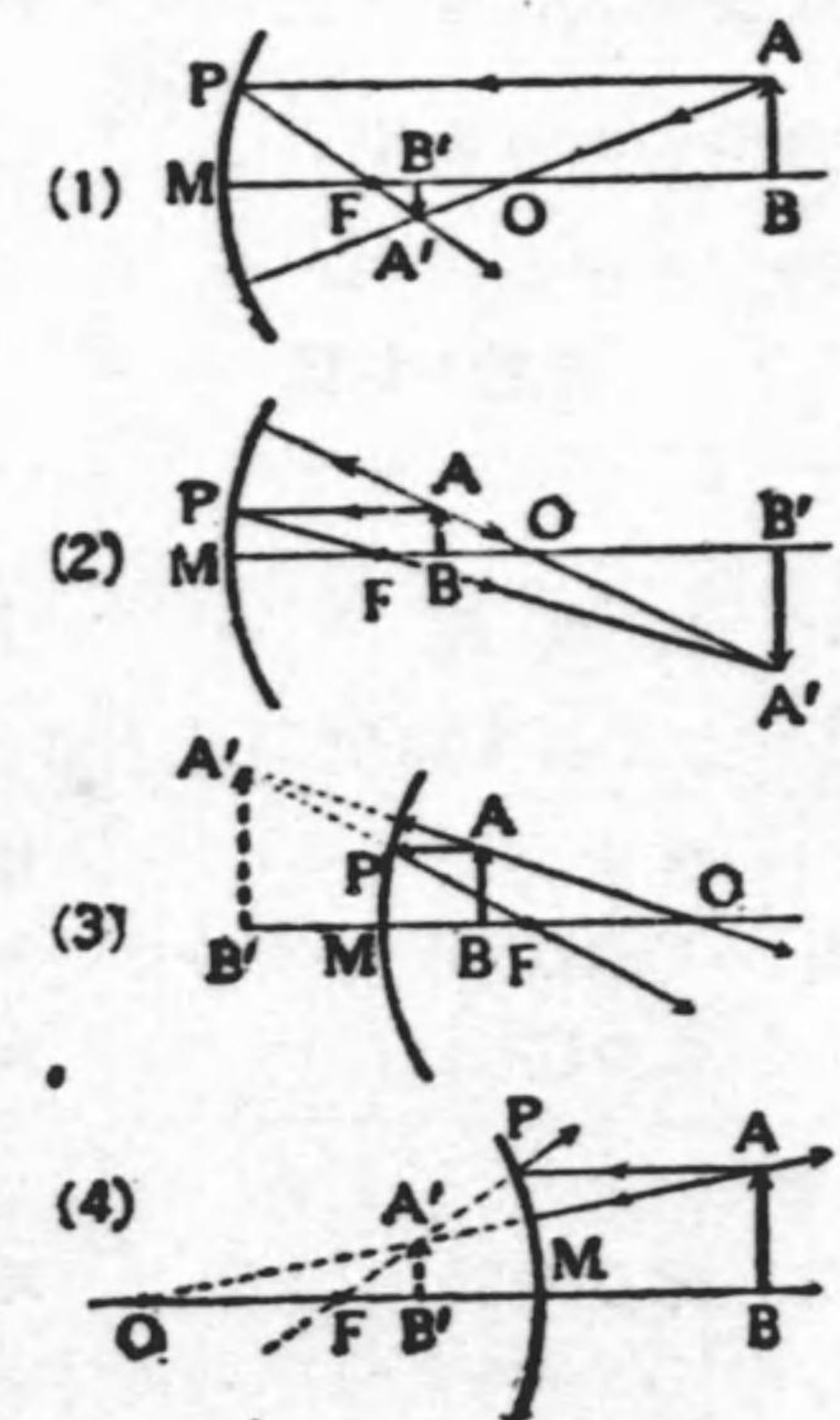
この實驗は凹面鏡で各自の顔の虚像を見せしめ, 或は指をその先端を凹面鏡の中心に立てながらその虚像を見せしめます。指の場合は凹面鏡に接近してをるもの程格外に小さく凹面鏡を遠ざかるにつれて格外に大きい像が見えますので, 虚像に大小あること, その原因が期せずして知り得られるので有効であるやうに思ひます。

(C) 像の作圖法の教授。

(1) 軸に平行に進み反射後その焦點を通過する光線。

(2) 光點と球心とを結ぶ線に沿うて進み, 反射後それを逆行する光線及び(1), (2)の交點を像の位置とし, 光點よりその中間を通り進む光線につき吟味します。

(3) 光點と鏡心とを連結する直線に沿うて進み, 鏡軸に對して該光線と等角をなして正反射





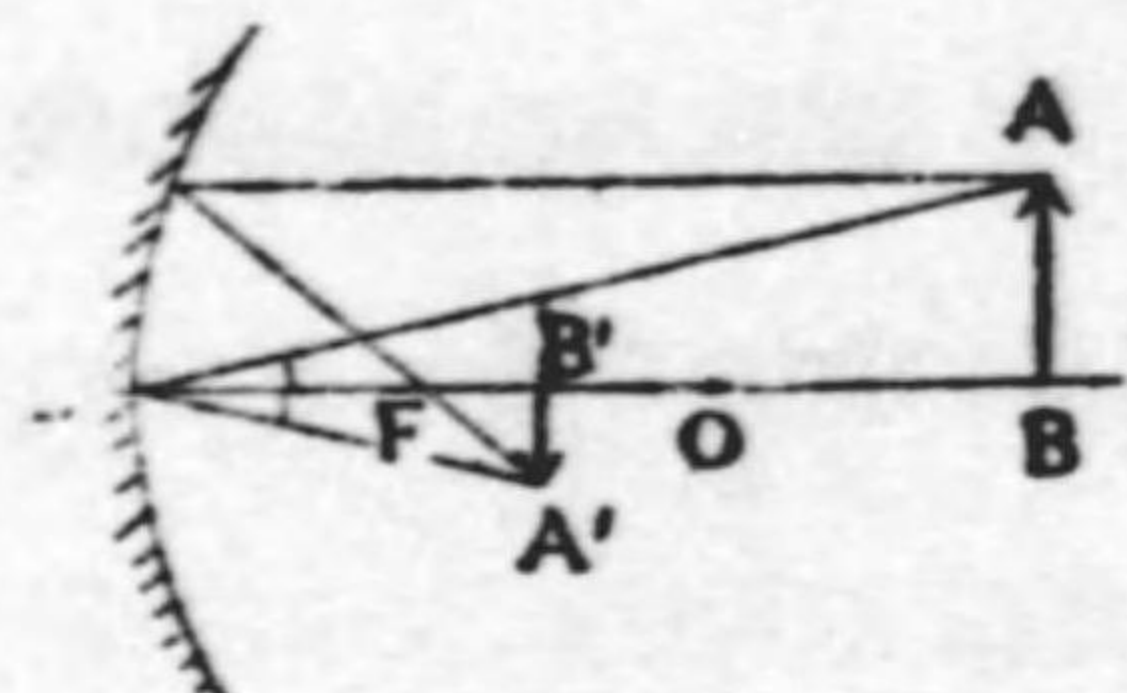
する光線を上の(1)或は(2)に代用してもよいと思ひます。

この線を標準にして用ひますと像と物體との大きさを幾何學的に比較する上には非常に都合であります。

(D) 物體と像との大きさの比較。

以上の線(3)即ち AS 及び SA' を引き、 $\triangle ASB$  と  $\triangle A'SB'$  とを比較して投射角との關係から

$$\left. \begin{aligned} \angle ASB &= \angle A'SB' \\ \angle SBA &= \angle SB'A' \end{aligned} \right\} \therefore \triangle ASB \sim \triangle A'SB'$$



に導い後

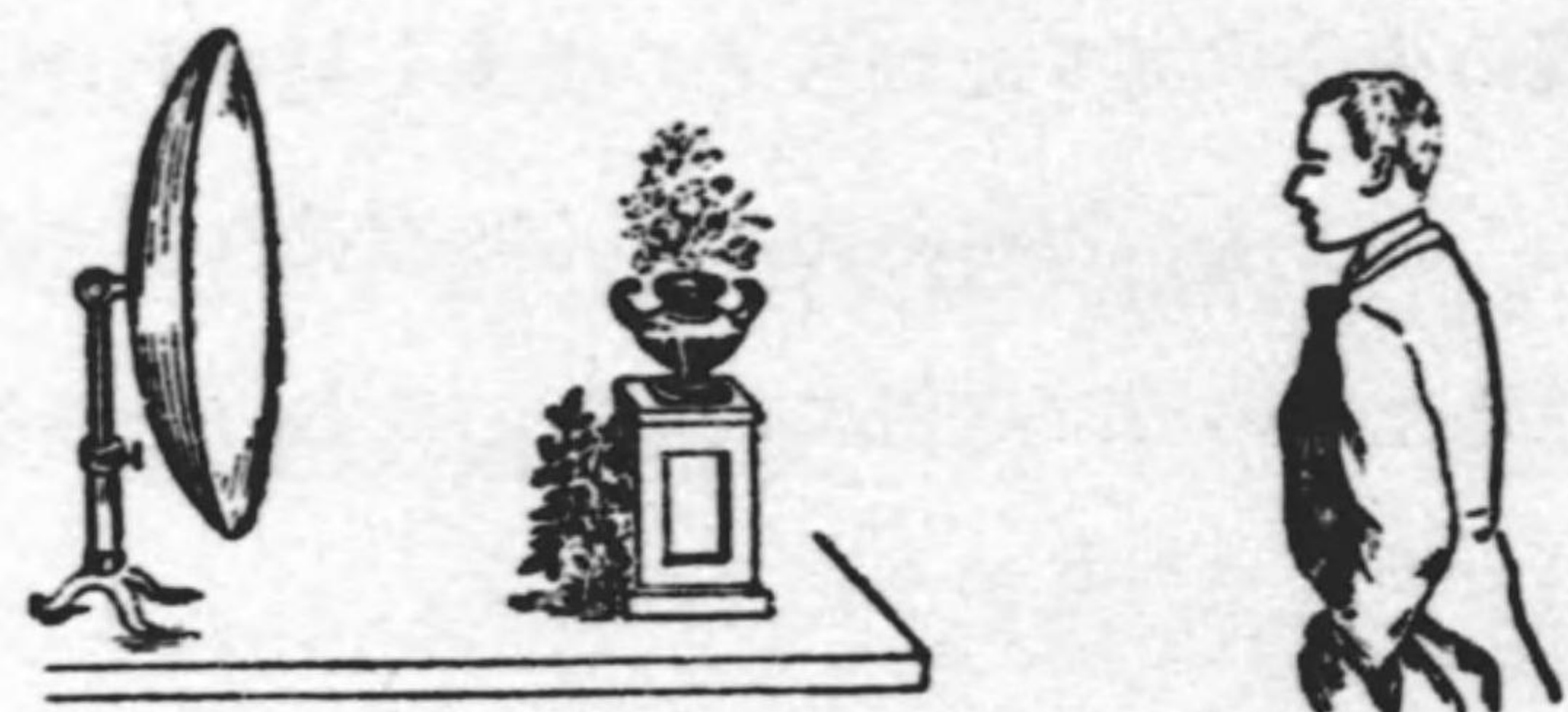
$$AB : A'B' = SB : SB' = a : b$$

なる證明を添加します。

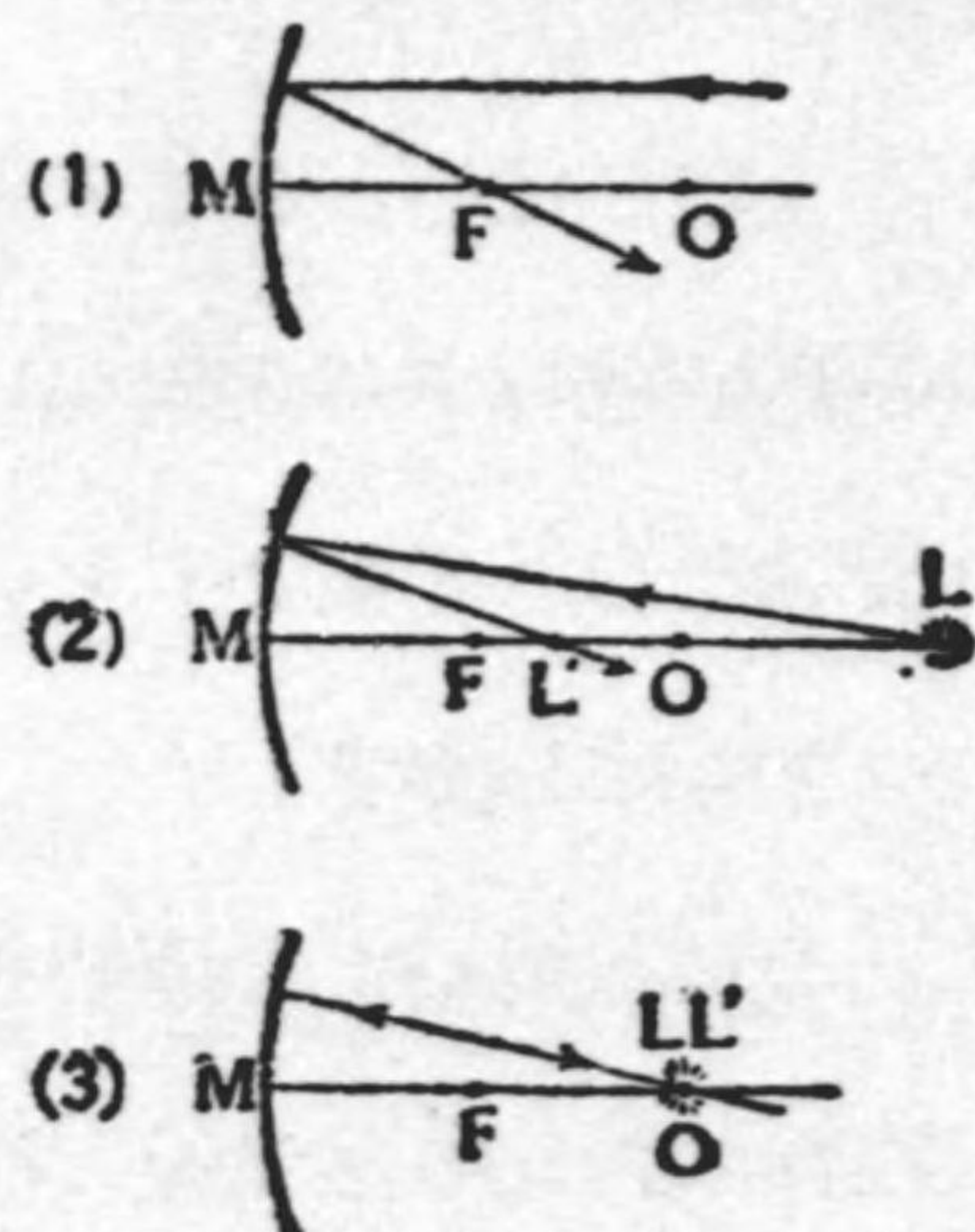


(E) 實驗の整理。以上の諸實驗を整理すると次表の如くなります。

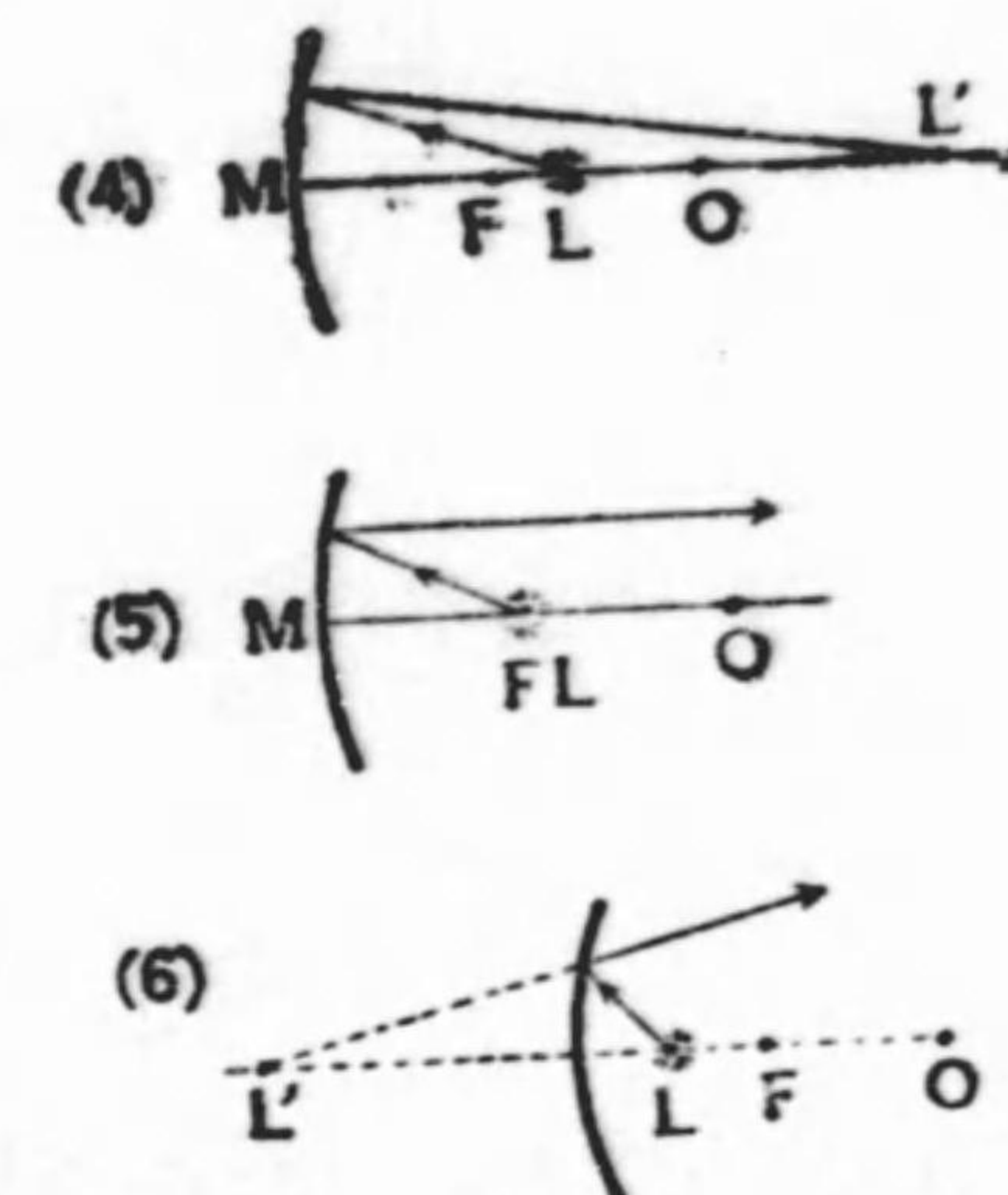
物體が球心上にある場合には同じ位置に像が例立します。之は餘興的に屢々利用せられる方法であります。



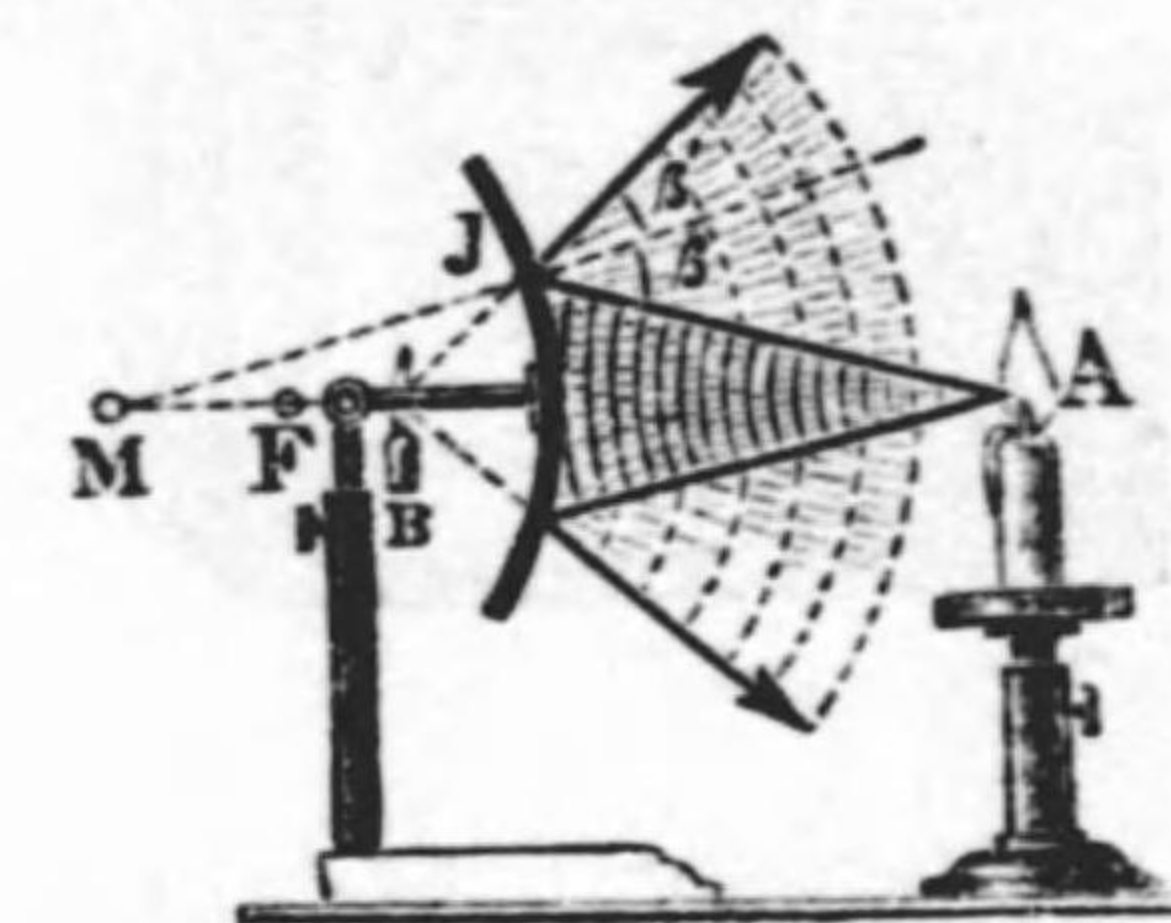
	光點の位置		像の位置	
(1)	無限遠	$\infty$	(F)焦點	F
(2)	無限遠より球心(O)迄の間	$\infty \leftrightarrow O$	焦點(F)より球心(O)迄の間	$F \leftrightarrow O$
(3)	球心(O)上	O	球心(O)上	O



(4)	球心(O)焦點(F)間	$O \leftrightarrow F$	球心(O)と無限遠との間	$O \leftrightarrow \infty$
(5)	焦點(F)上	F	無限遠	$\infty$
(9)	焦點(F)以内鏡迄	$F \leftrightarrow M$	鏡の背後	$\infty \leftrightarrow M$



(F) 凸面鏡による物體の像。教科書の如き作圖法で、常に正立小虚像が鏡の背後に近く生ずることを授けてもよろしく、又右圖の如き圖示により實際的に具體的に誘導するもよからうと思ひます。



(II) 問題の取扱

98頁問  $\frac{1}{25} + \frac{1}{b} = \frac{1}{40} \therefore b = 100$

鏡前 100cm の所に倒立像を生ず

長さ  $= \frac{100}{25} = 4$  倍の實像を生ず

第三章 光の屈折

頁 節  
99 108 光の屈折。

(I) 生徒の有す可き筈の舊觀念。生徒は尋常六年で光が空中より水又は硝子中に入るときに屈折し、又それから出るときに屈折することを學習してをります。

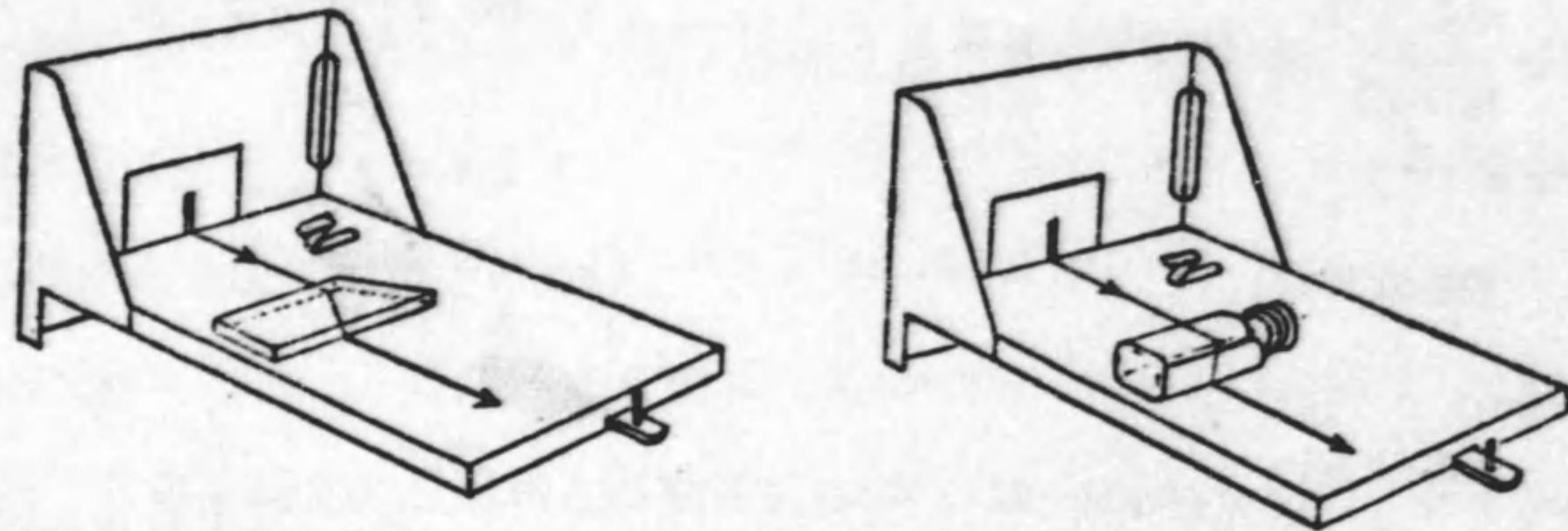
(II) 教授要項。

(A) 屈折の實驗。教科書99頁の實驗を行はせませす。

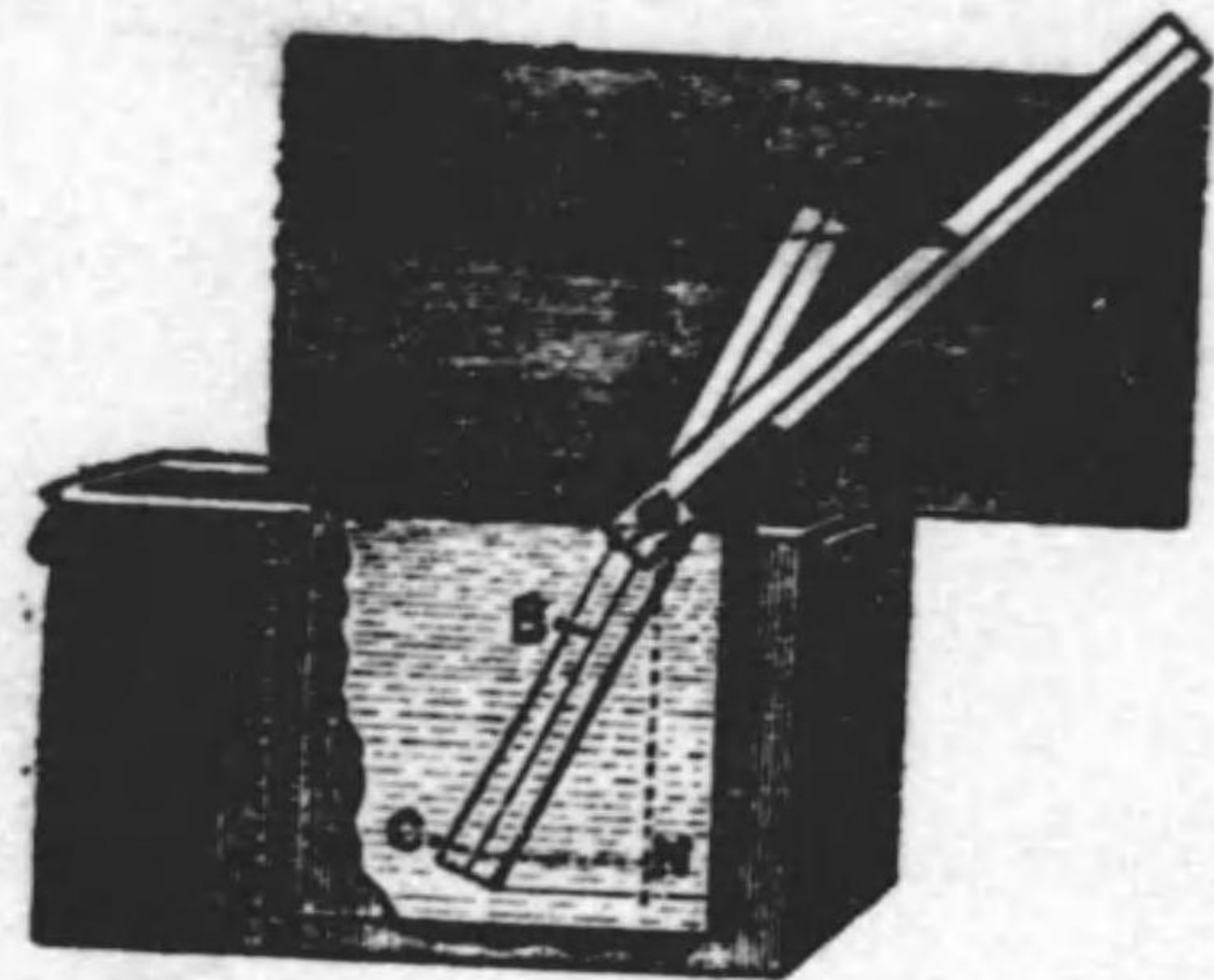
以上の實驗に代へるに厚板硝子又は、角瓶に水を入れたので圖のやうな實



験を試みるも一法と思ひます。

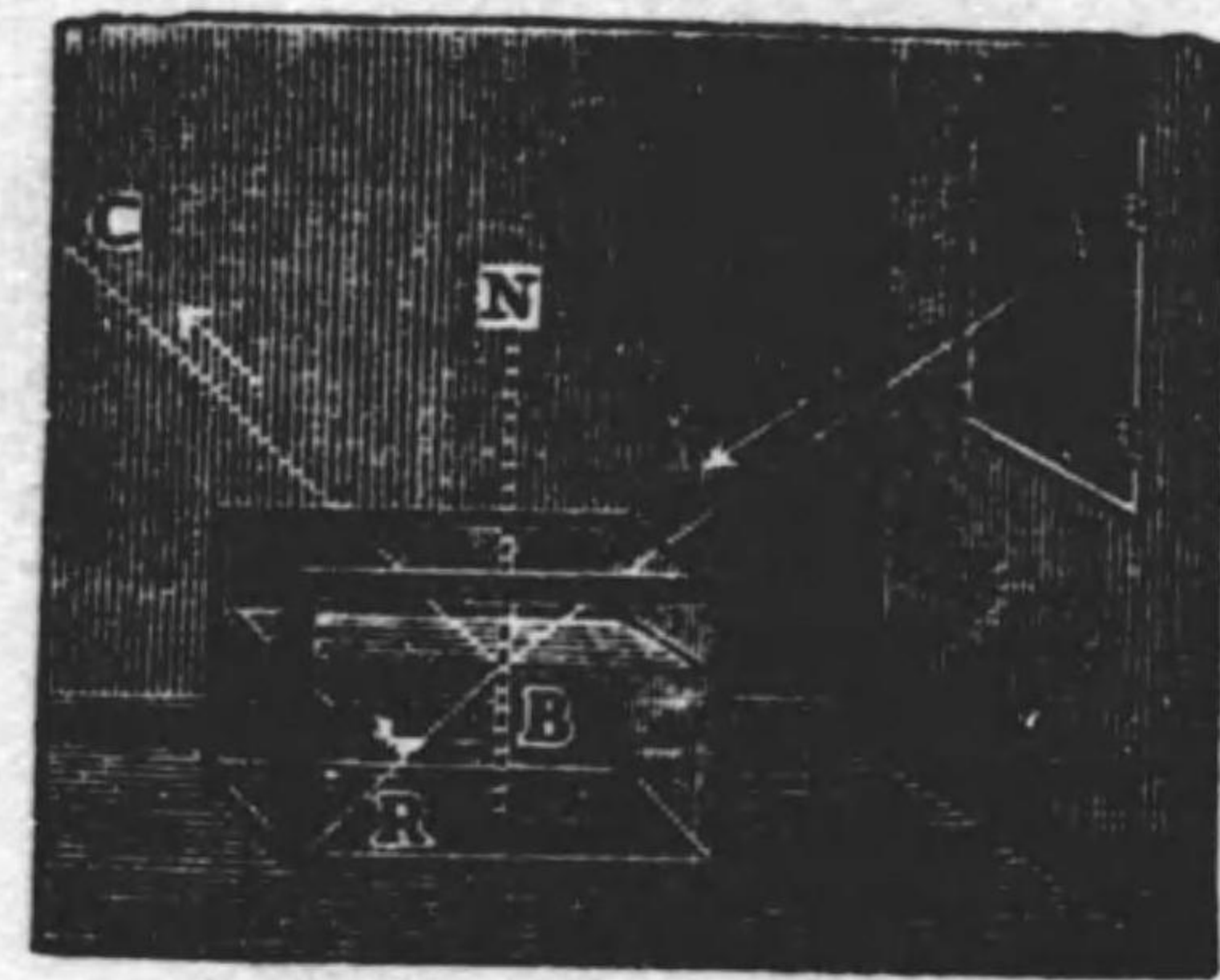


下圖の如き實驗を行ふと屈折率への誘導が容易で好都合であります。之は自作によつても相當なもの出来ます。



(B) 屈折の意義、屈折、光線屈折角等を教授します。屈折率は眞空から入射する場合をとるべきであります。眞空も、空氣も殆ど差がありませんのでその標準を空氣と見て差支へありません。

この場合に一部分の光は反射することを附説する必要があります。又之は實驗的に右圖の如く立證することが出来ます。



(C) スネルの定律を反射の定律と比較しつゝ投けます。

(附) スネルは和蘭の人、數學、物理學に長じて居た。1620年に光の屈折の定律を發見した。

(D) 光學上の疎密。之は必ずしも物質の密度の大小とは一致しませぬ。例へば密度0.78の酒精は水よりも密であります。而し同一物質(空氣、水等)に於ては兩者相通じます。之を明かにして光學上の疎密を説くこと。

疎より密に入る場合、密より疎に合ふ場合に關しては上の實驗を利用して吟味すれば有効であります。

節 節  
100 109 水中の物體。

教授要項。

(A) 水中の物體を見た生徒の經驗の整理又は簡単な實驗の結果を出發點にし、圖227の如く之を光の屈折で解明します。

(B) 實驗。(1) 100頁の實驗。

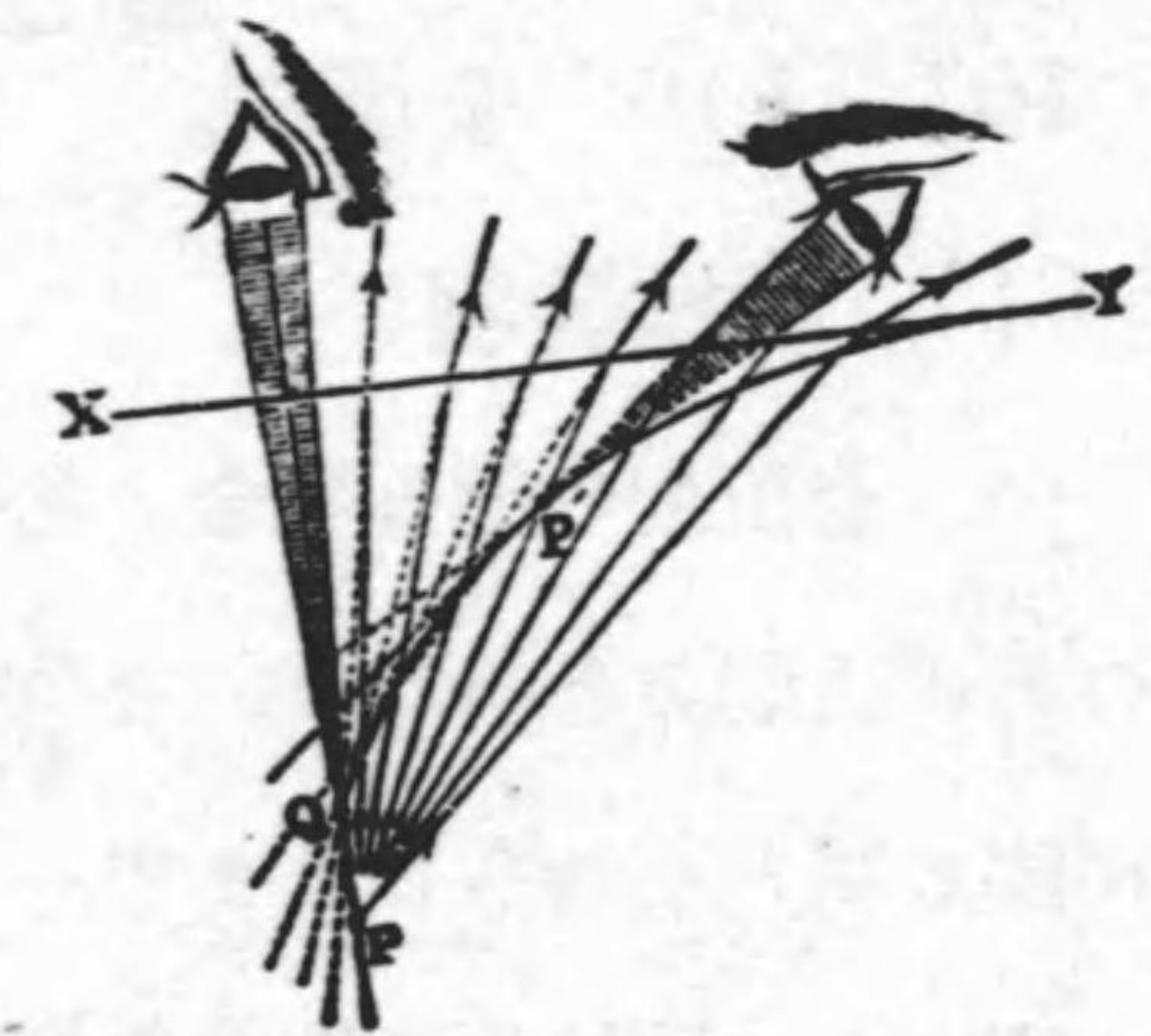
(2) 本編初頭に列擧したものの如く水瓶の底に黒い直線を引いた白紙を置き、それを上から見て、浮き上つて見える次第を研究せしめること。

(C) 添加的に説明してよきこと。

(1) 船から水底を見ると直下が最も深く見え(それでも實際の深さの $\frac{3}{4}$ の深さ)遠方程更に浅く見えること。



(2) 陽炎。電熱器を上向きにして使用するか、ニクロム線を長く張つて電流を通じ、陽炎の起る模様を實驗したる上、説明をします。

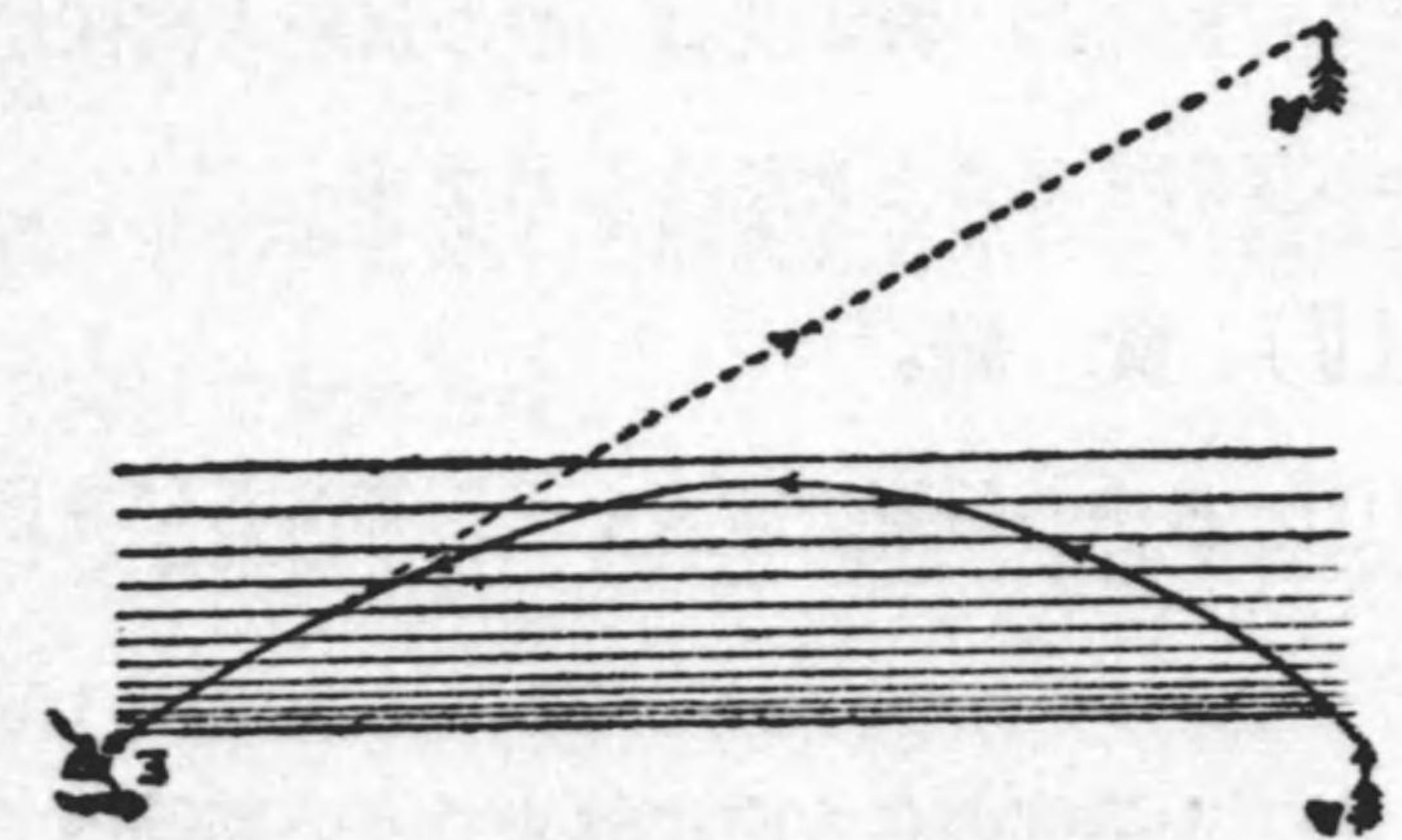


(類似事項)

(3) 風の夜に星のちらついて見えるのも類似の現象であることを添加してもよいと思ひます。

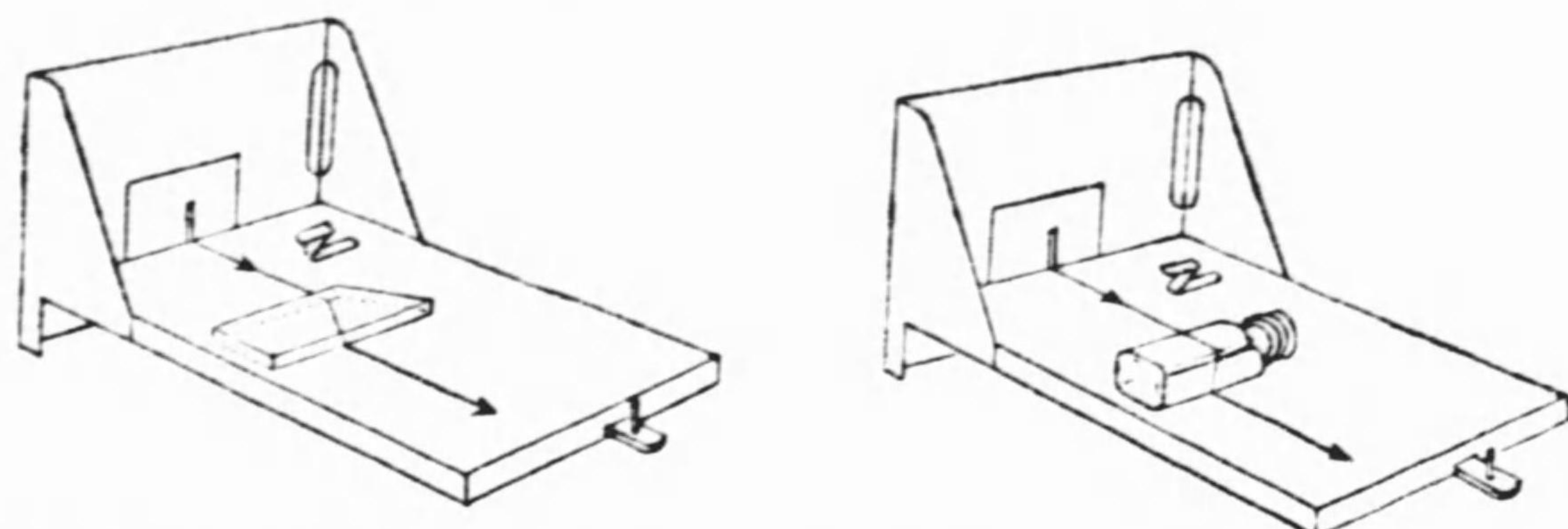
(4) 大氣中に起る屈折。

(a) 塵埃に關して。光線が疎密相重なる空中を通過する場合には右圖の如く次第

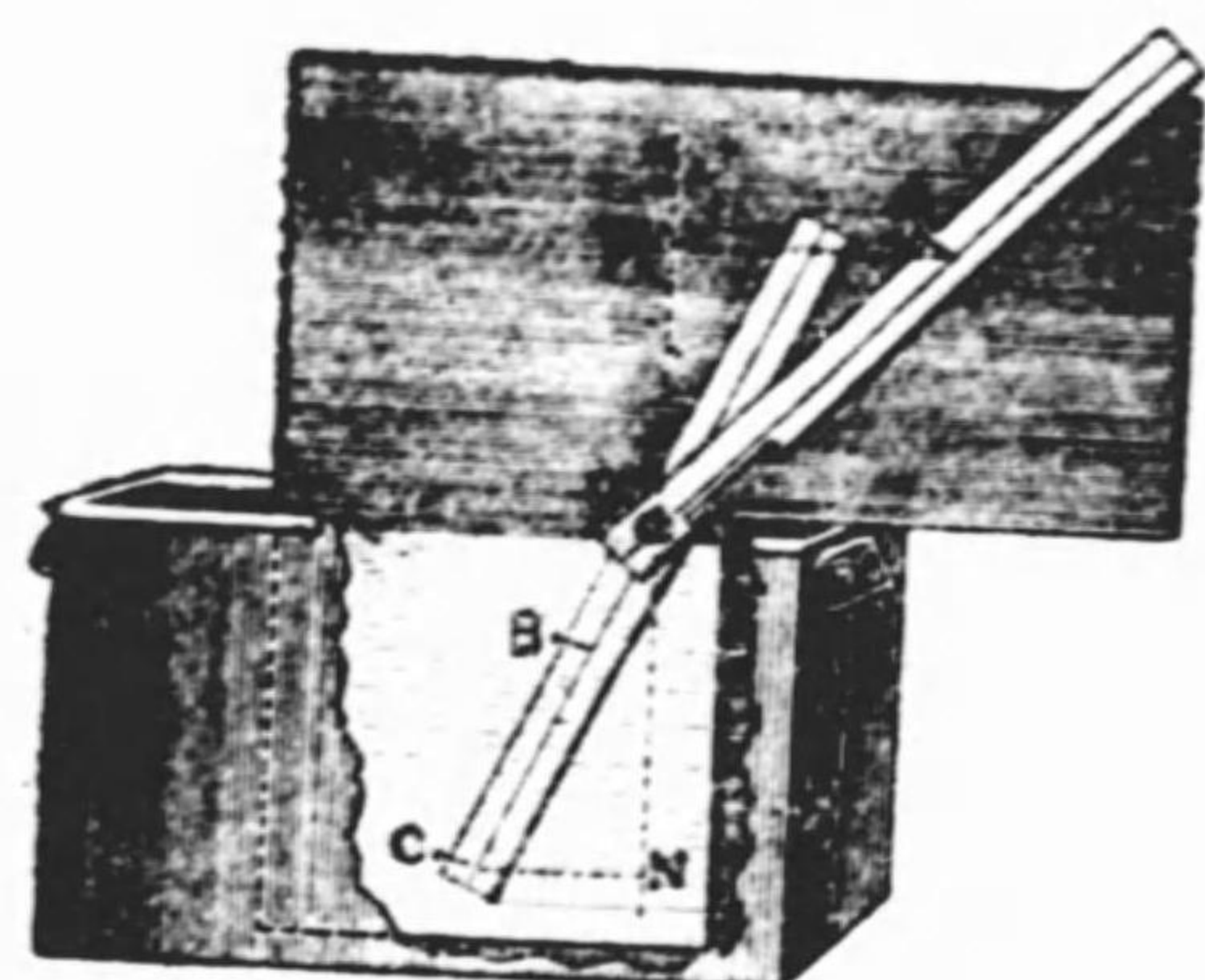




験を試みるも一法と思ひます。



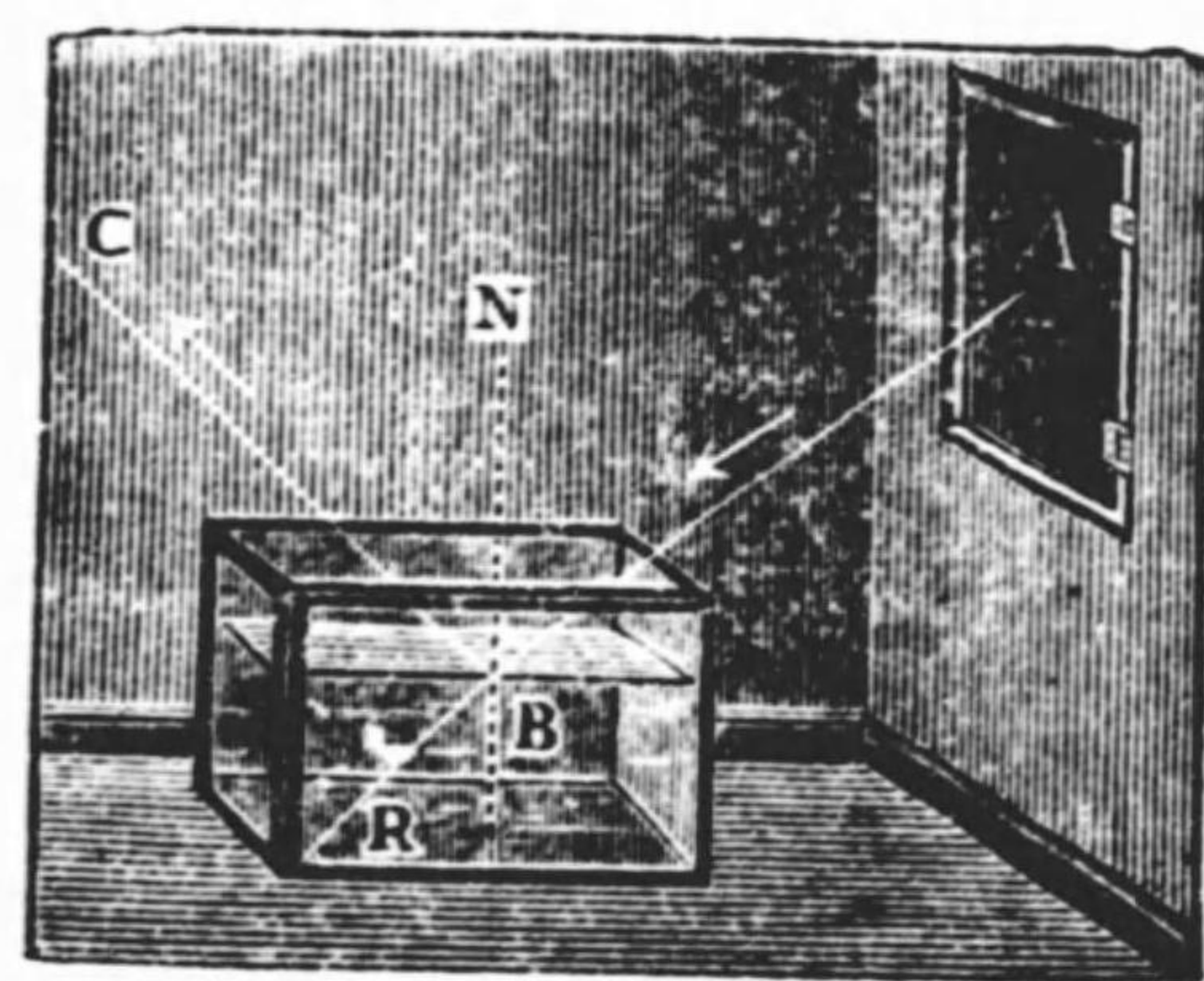
下圖の如き實驗を行ふと屈折率への誘導が容易で好都合であります。之は



自作によつても相當なもの出来ます。

(B) 屈折の意義、屈折、光線屈折角等を教授します。屈折率は眞空から入射する場合をとるべきであります。眞空も、空氣も殆ど差がありませんのでその標準を空氣と見て差支へありません。

この場合に一部分の光は反射することを附説する必要があります。又之は實驗的に右圖の如く立證することが出来ます。



(C) スネルの定律を反射の定律と比較しつゝ授けます。

(附) スネルは和蘭の人、數學、物理學に長じて居た。1620年に光の屈折の定律を發見した。

(D) 光學上の疎密。之は必ずしも物質の密度の大小とは一致しませぬ。例へば密度0.78の酒精は水よりも密であります。而し同一物質(空氣、水等)に於ては兩者相通じます。之を明かにして光學上の疎密を説くこと。

疎より密に入る場合、密より疎に合ふ場合に關しては上の實驗を利用して吟味すれば有效であります。

### 節 節 100 109 水中の物體。

#### 教授要項。

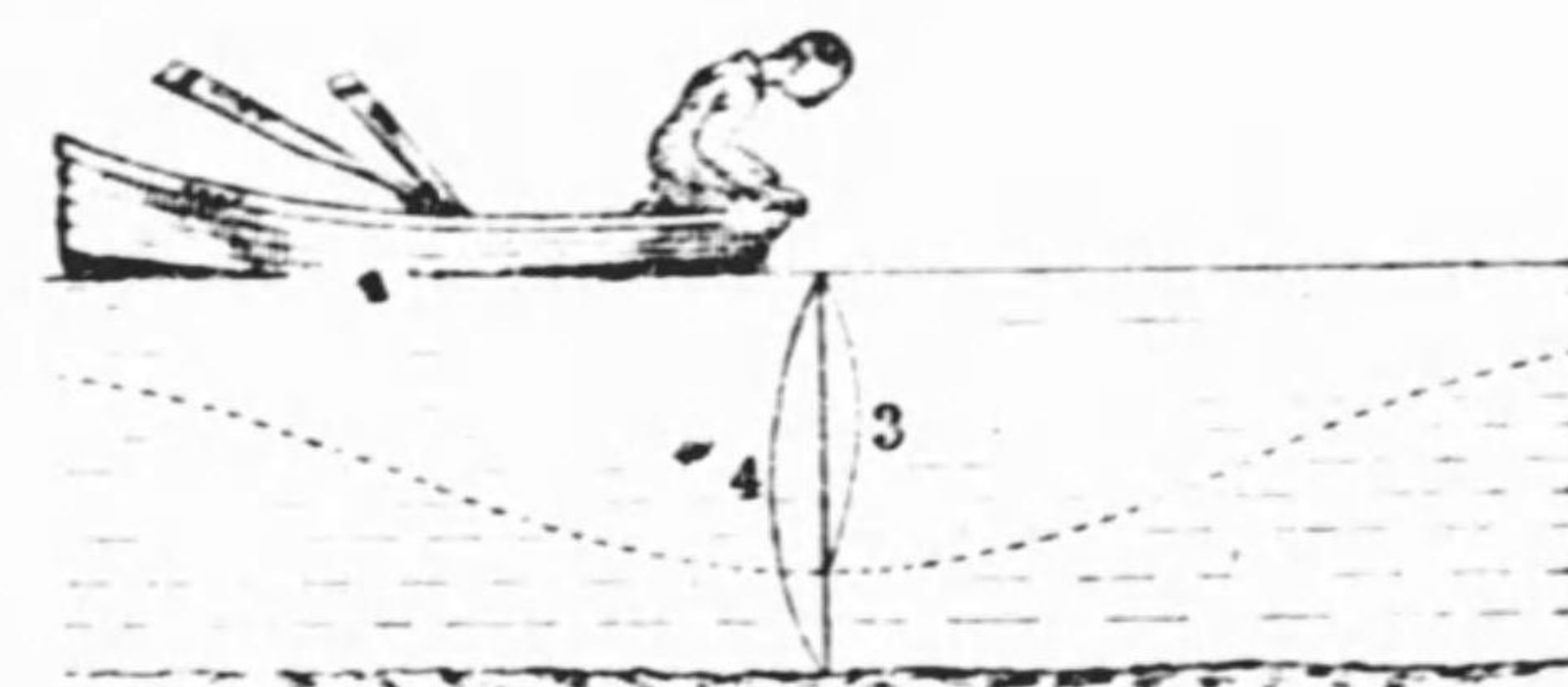
(A) 水中の物體を見た生徒の經驗の整理又は簡単な實驗の結果を出發點にし、圖227の如く之を光の屈折で解明します。

(B) 實驗。(1) 100頁の實驗。

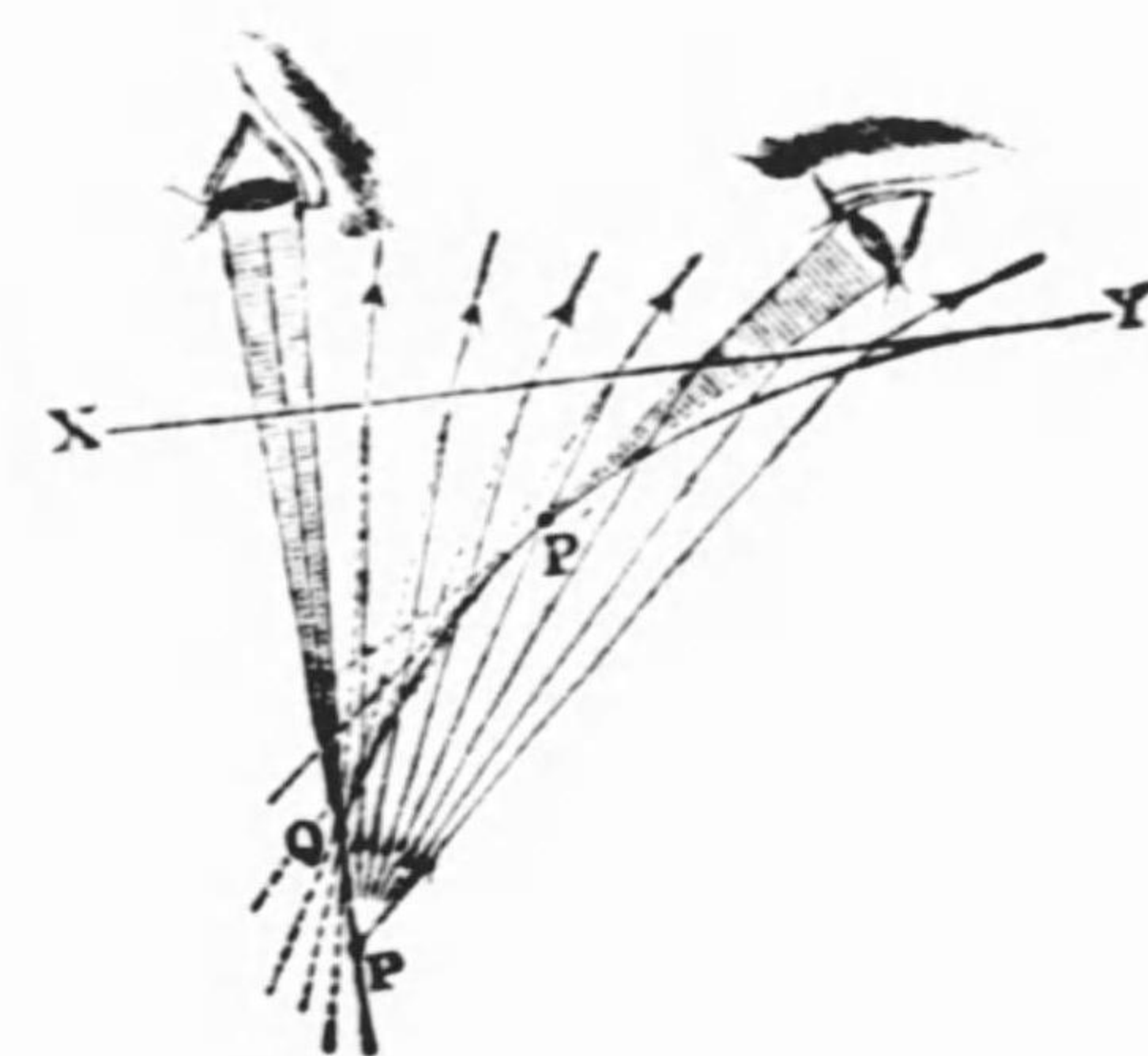
(2) 本編初頭に列擧したものの如く水瓶の底に黒い直線を引いた白紙を置き、それを上から見て、浮き上つて見える次第を研究せしめること。

(C) 添加的に説明してよきこと。

(1) 船から水底を見ると直下が最も深く見え(それでも實際の深さの  $\frac{3}{4}$  の深さ) 遠方程更に浅く見えること。



(2) 陽炎。電熱器を上向きにして使用するか、ニクロム線を長く張つて電流を通じ、陽炎の起る模様を實驗したる上、説明をします。

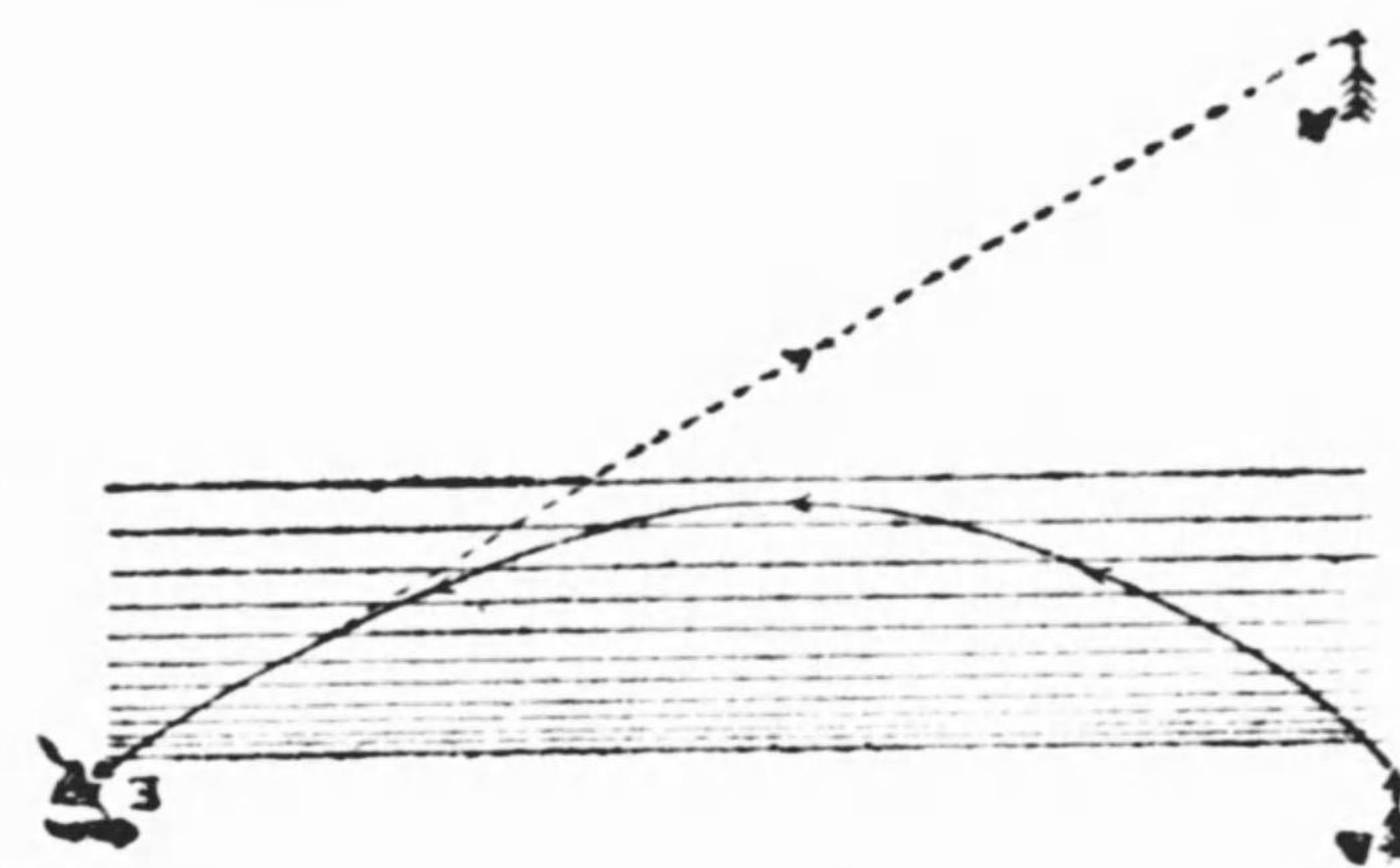


(類似事項)

(3) 風の夜に星のちらついて見えるのも類似の現象であることを添加してもよいと思ひます。

(4) 大氣中に起る屈折。

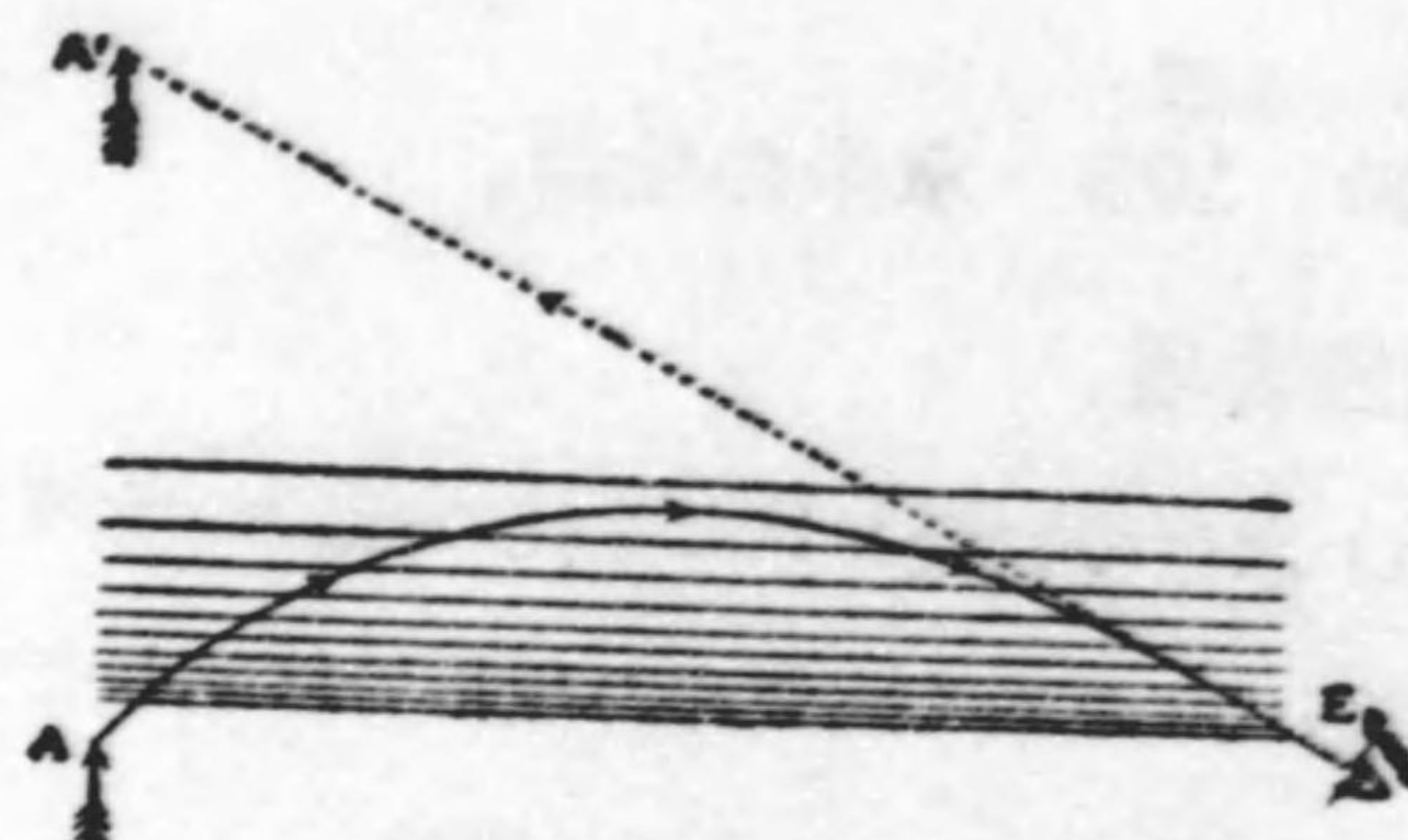
(a) 蜃氣樓に關して。光線が疎密相重なる空中を通過する場合には右圖の如く次第



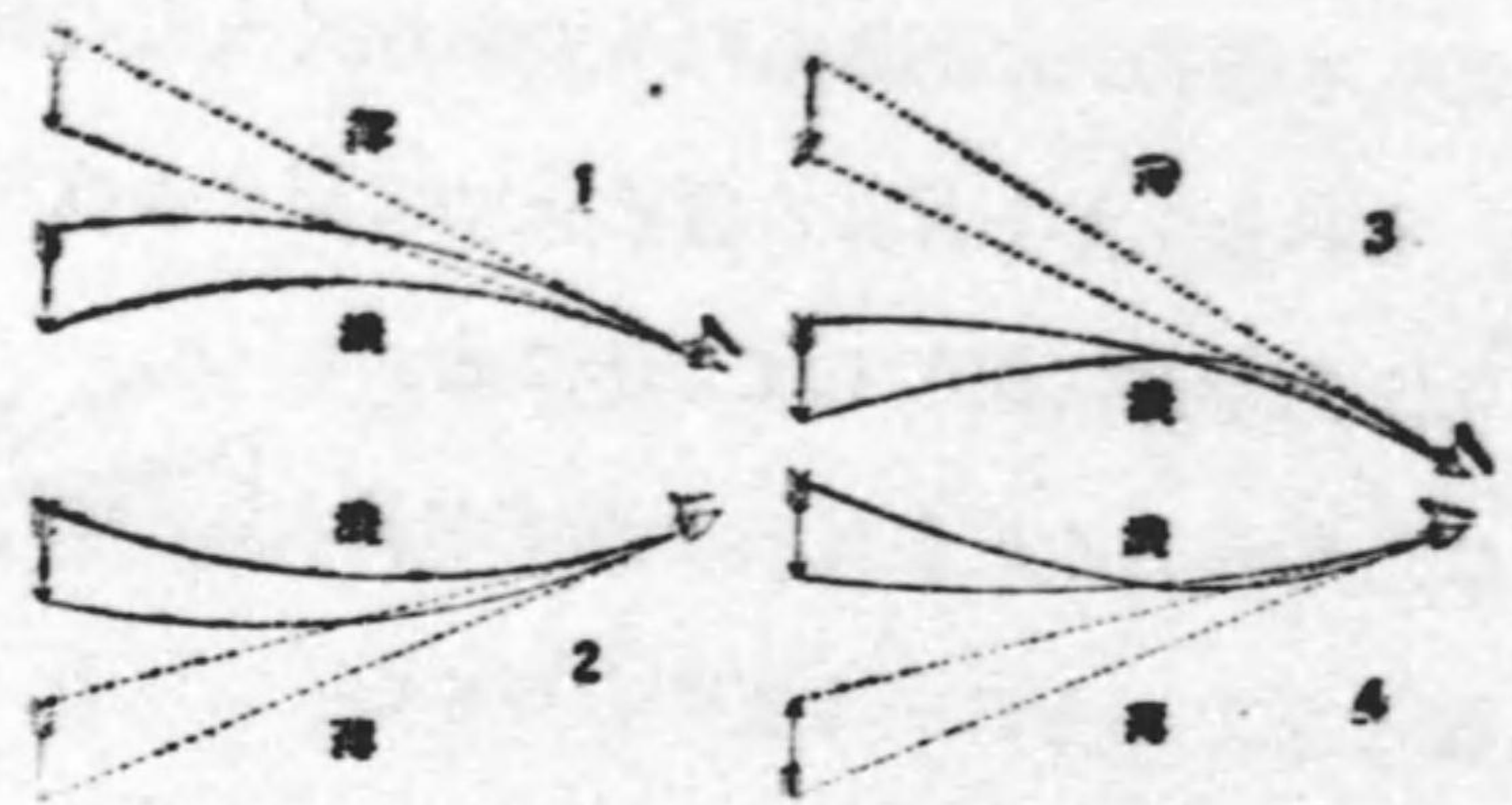


に密の方を包む如く彎曲します。

それを眼に受ける場合に延長線上に光源を認めるので蜃気楼は現出します。



何れの場合にも下圖の(1), (2), (3), (4) の如く倒立して見えるものと正立して見えるものがあります。



(b) 曆の示す日の出時刻前, 日没時刻後太陽を認めること。

頁 節  
101 110 全反射。

(I) 教授要項。

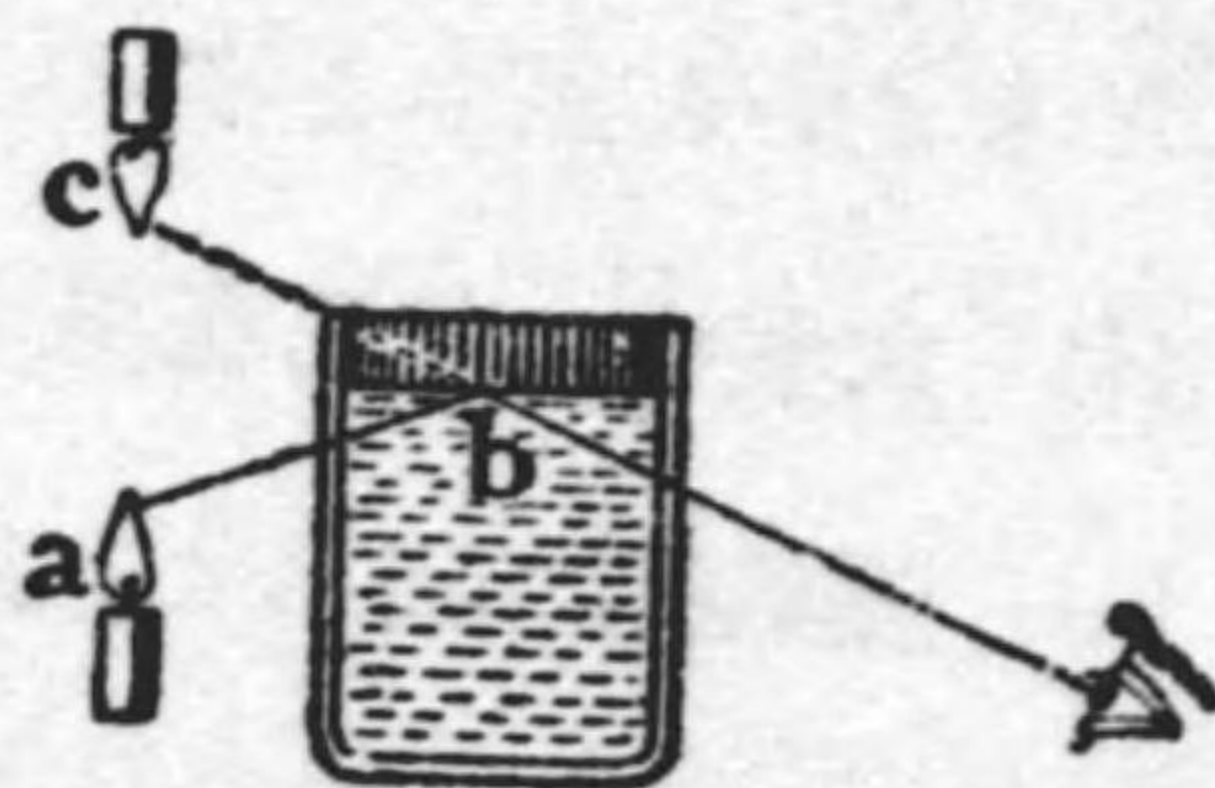
(A) 全反射の起る場合。光學的に密なるものから疎なるものに光が進む時の外には起らないこと。その場合でも入射角が一定角度以上に大となる場合に限ることを知らしめます。

(B) 上に連絡して臨界角のことを授けます。

全反射の際の反射光は一般の反射と同様に反射の法則に従つてその境界面から反射することを知らしめます。

(II) 實驗。

(1) 水中の他側の燭火を反対側から望み見ると。

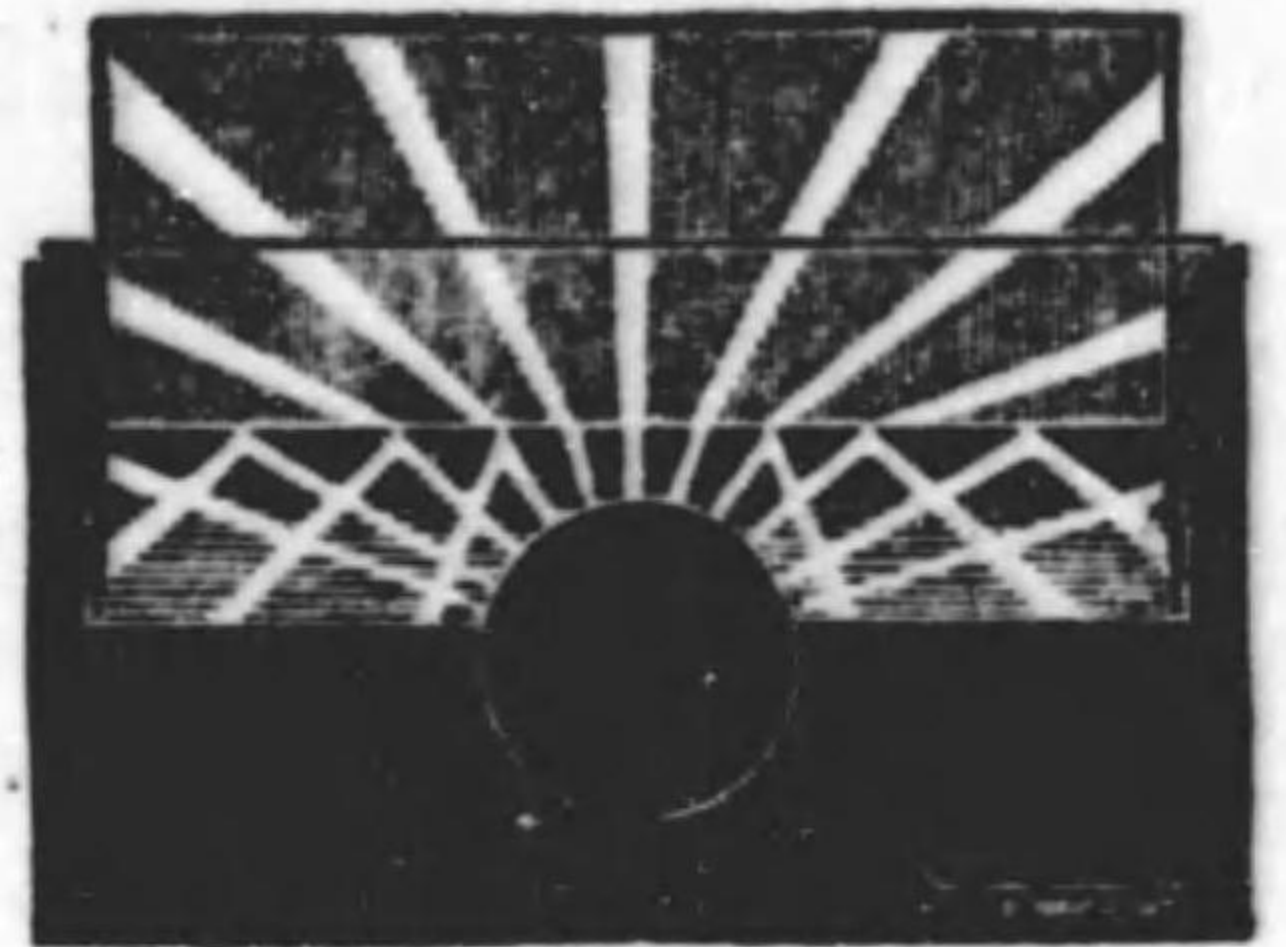


(2) 上半部の各方向に細隙の多い圓筒内で電燈を點じ, その上部に水を入

れて右圖の如く實驗すること。

(III) 自然現象及び日常事項。

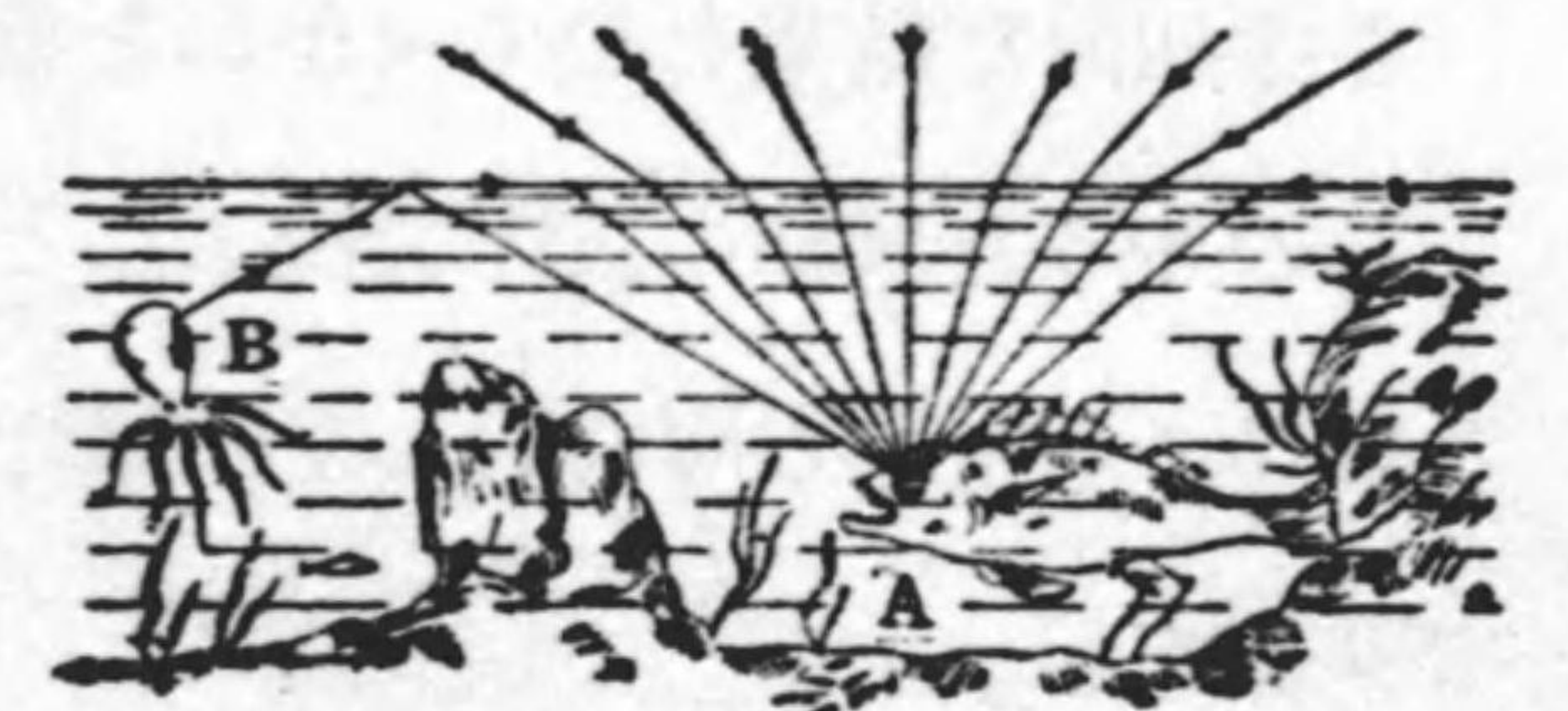
- (1) 朝露の特異の輝き。
- (2) 砂中の石英, 雲母等の強く輝くこと。
- (3) 紙は白いが水又は蠟に浸すと透明となること。
- (4) 金剛石の強き光輝は多くその著しき全反射のためなること。



(IV) 試験管の實驗。試験管の實驗で銀色に輝いて見えるのは全反射のためであります(教科書圖示), 之に水を入れると空氣よりも光學的に密な水が試験管内を充たし, 全反射が起らなくなるために輝きが消えます。

(V) 問題の取扱。

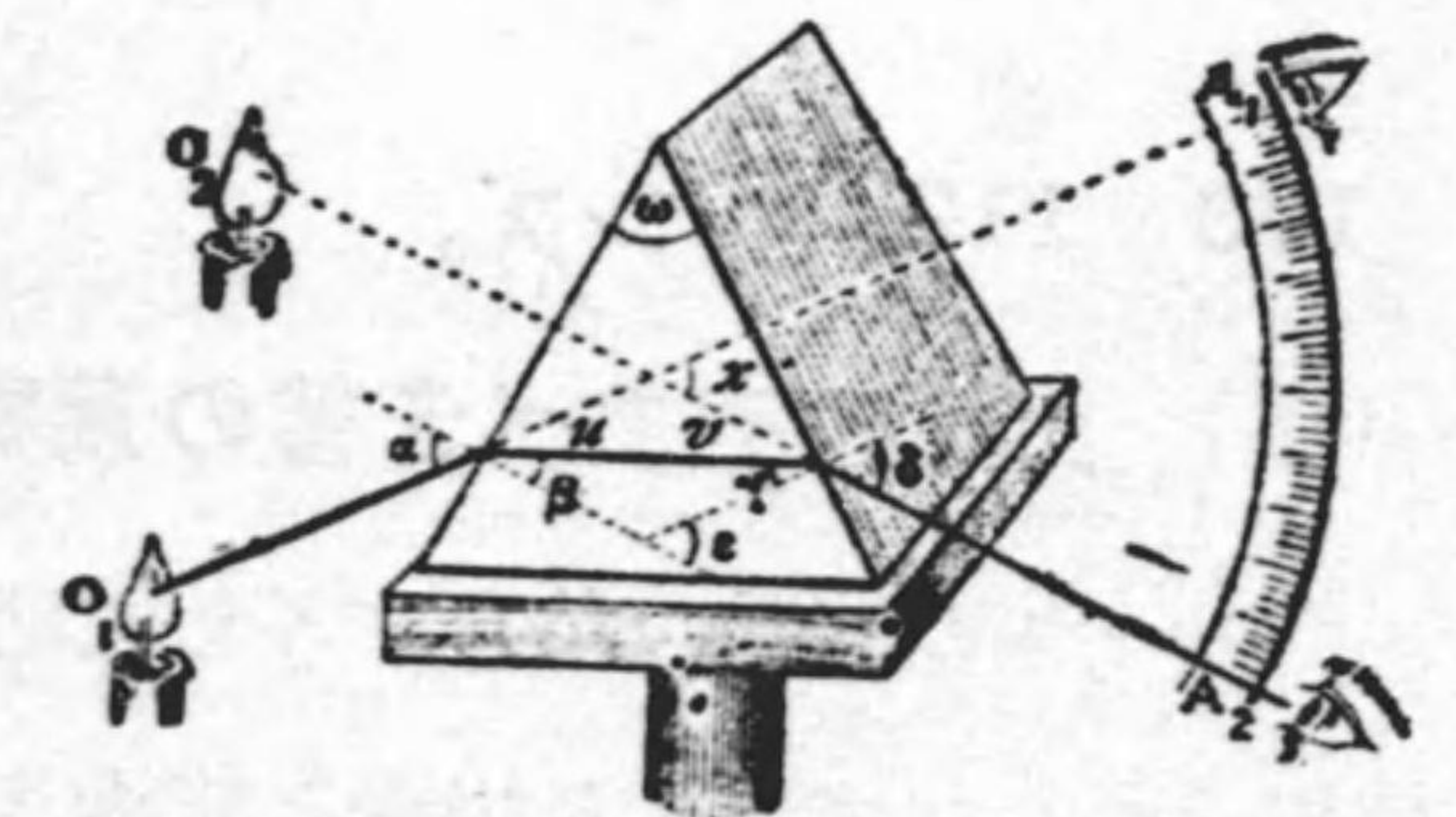
101 頁問 水から空氣への臨界角は  $48.5^\circ \times 2 = 97^\circ$ , 故に  $97^\circ$  の範圍に地上の全景を認める。又動物 B を魚の眼への反射光線の延長線上に認める。



頁 節  
102 111 プリズム。

(I) 教授要項。

(A) プリズムの形狀, 名稱その他に就き教授すること。



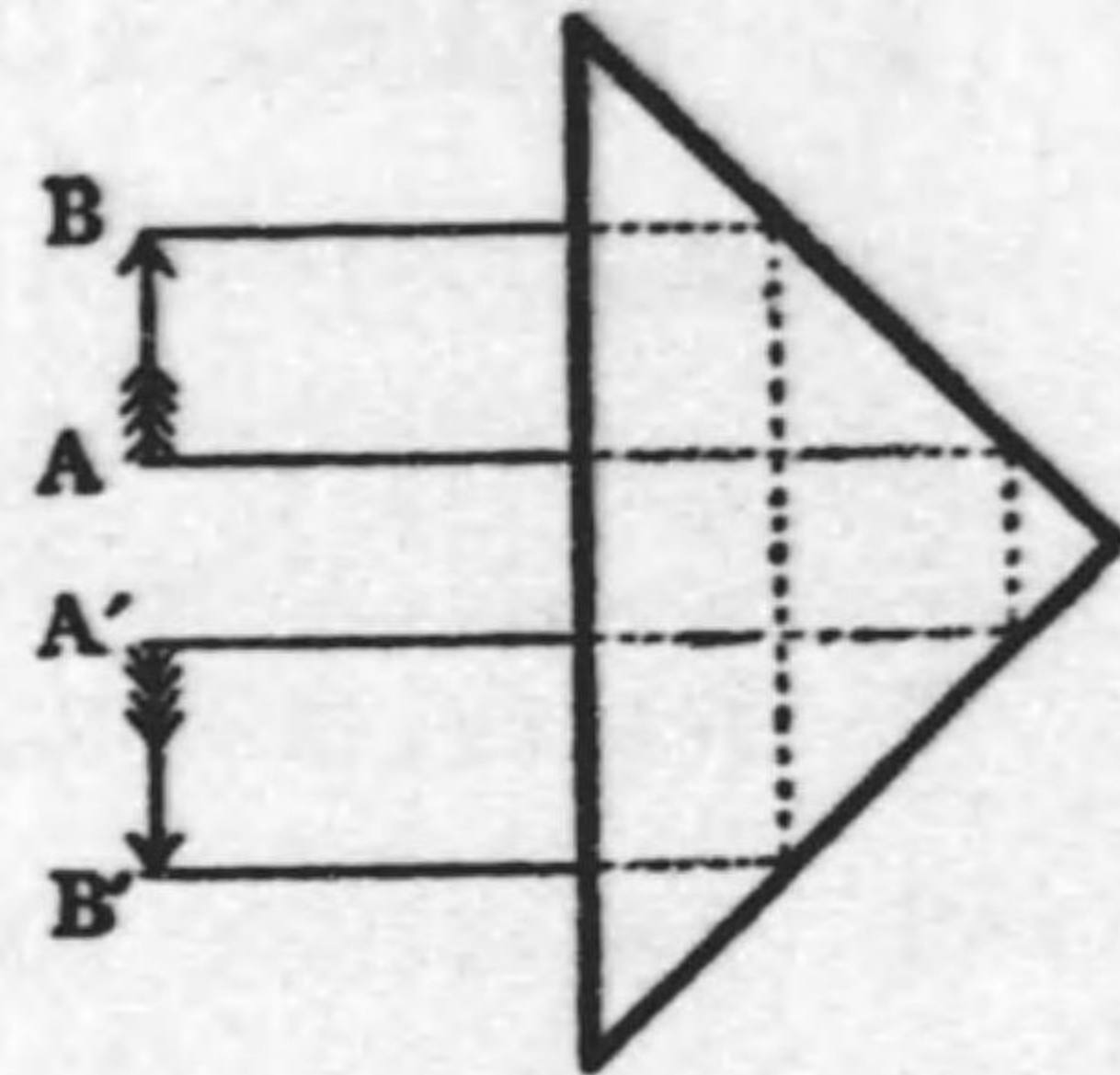
(B) 簡易なる各自の觀察。先づプリズムを透さず燭火を見, 次にプリズムを透して燭火を見る。その場合には眼を下げ, 比較的上方に視線を向けて見せます。

(C) 教科書の如き圖示によりフレの角を授けます。而して光がプリズムの厚き方向に向つて曲がることを明らかにすること。

(D) 全反射プリズムに関する教授。



(1) 一側面に直角に投射する光線が90度若しくは180度その方向を變換して出づる理由（一側面に達した光線の投射角がその臨界角より大なるため全反射を起す次第）を推究せしめます。



(2) 全反射プリズムで生徒各自の顔を見せしめること。左右反対に見える。

(3) 紙上にその屈折稜を鉛直に立てた全反射の前に一方に偏してABを置き見ること。

(II) 設問。 プリズムをなす物質が周囲のものよりも屈折率が小なるときは如何な結果を起すべきかを推究します。（薄い方に向つて曲がること）。

このやうな反対の設問で練ることは教育上有意義なことで之を採逆考察法といひ、正常的方面に對して明確な思想を構成する上に必要であります。



(III) 添加事項。 空三稜鏡を用ひ、屈折率の異なる種々の液を入れかへて實驗を試みることを。

頁 節  
103 112 レンズ。

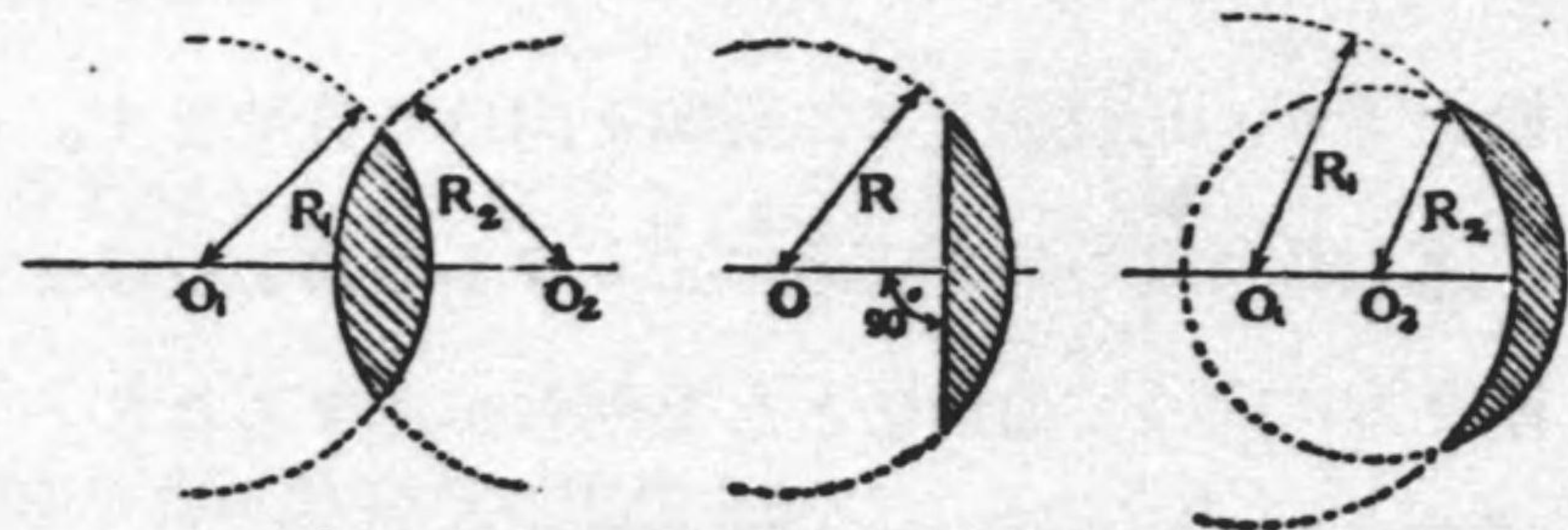
(I) 生徒の有すべき筈の舊觀念。

凸レンズの焦點、凸レンズを通過する光の屈折する模様、凸レンズの映像作用、凸レンズによる虚像と實像等のことは尋常六年で學習済みであります。

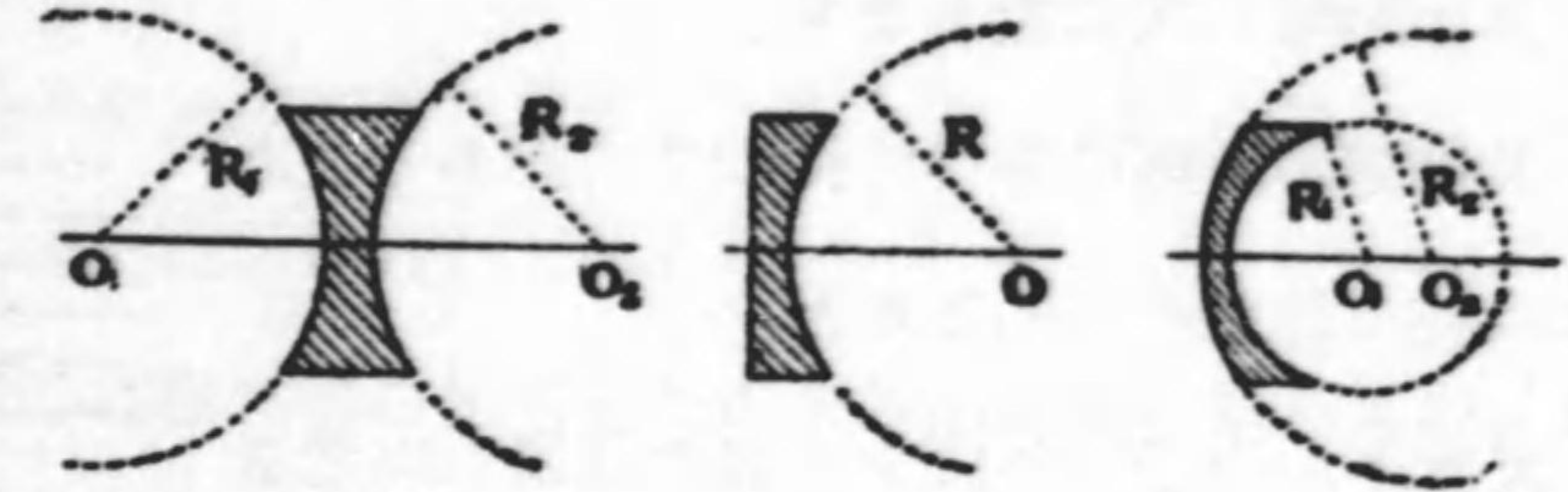
(II) 教授要項。

(A) 名稱と形狀より

来る六種の別を知らしめます。兩凸、平凸、凸メニスク、兩凹、平



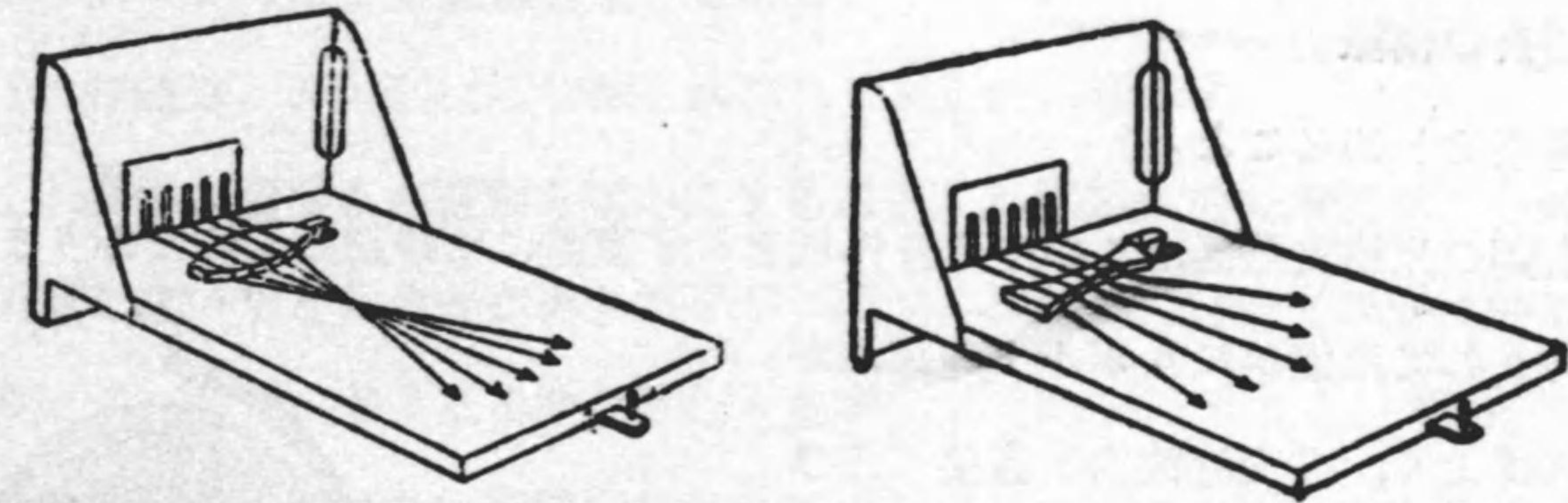
平凹、凹メニスクの六種。



(B) 軸及び主軸につき知らしめます。

この定義に教科書には**レンズの中心**といふ言葉を用ひてをりますが、之は**光心**のことを授けると繁雜になるために、かく簡略した譯であります。光心を定義して光心なる語を用ひて正しく軸を定義してもよからうと思ひます。

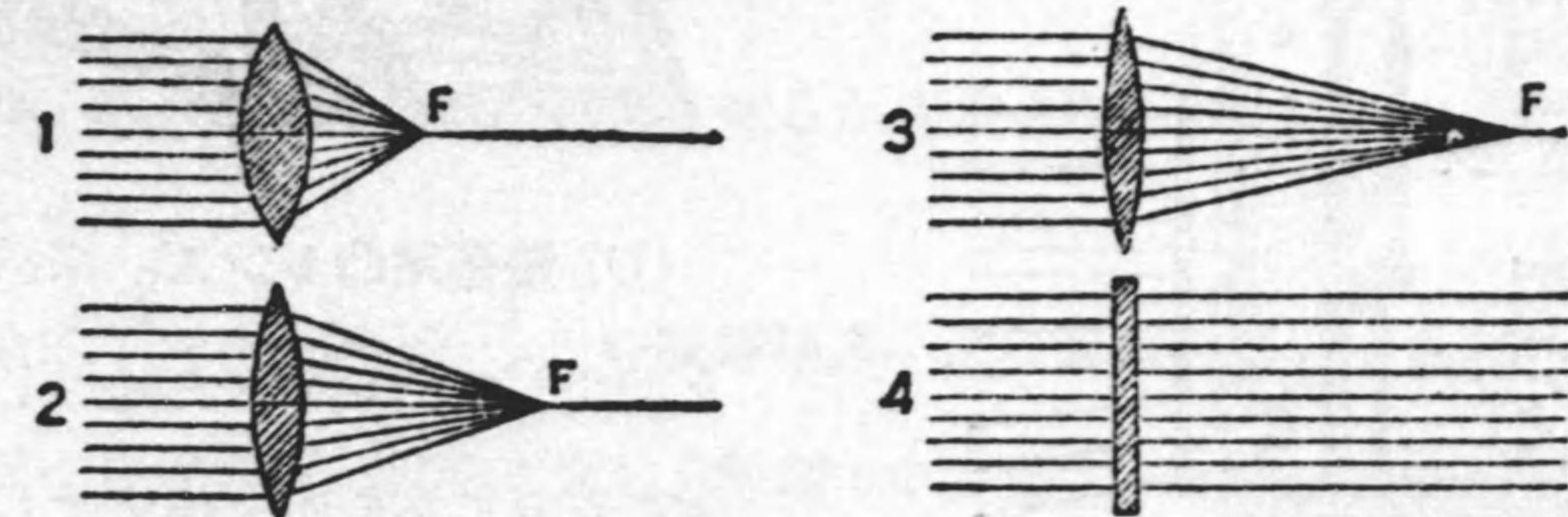
(**レンズの光心**)。レンズの兩球面の中心を連絡する直線を兩半徑の比に内分せる定點をそのレンズの光心といひます。この點を通過する光線は屈折のためにフレを生ずることがありません。



(C) 凸凹レンズの焦點及び焦點距離。

(1) 實驗。上圖の如く光學一切實驗器を利用して行ひます。又レンズを太陽光線に直角に支持し反対の側に衝立を置いて行つてもよいと思ひます。

(2) 焦點及び焦點距離の意義を明かにすること。



彎曲度の大なるもの程その焦點距離が小になり、彎曲度の小なるもの程そ

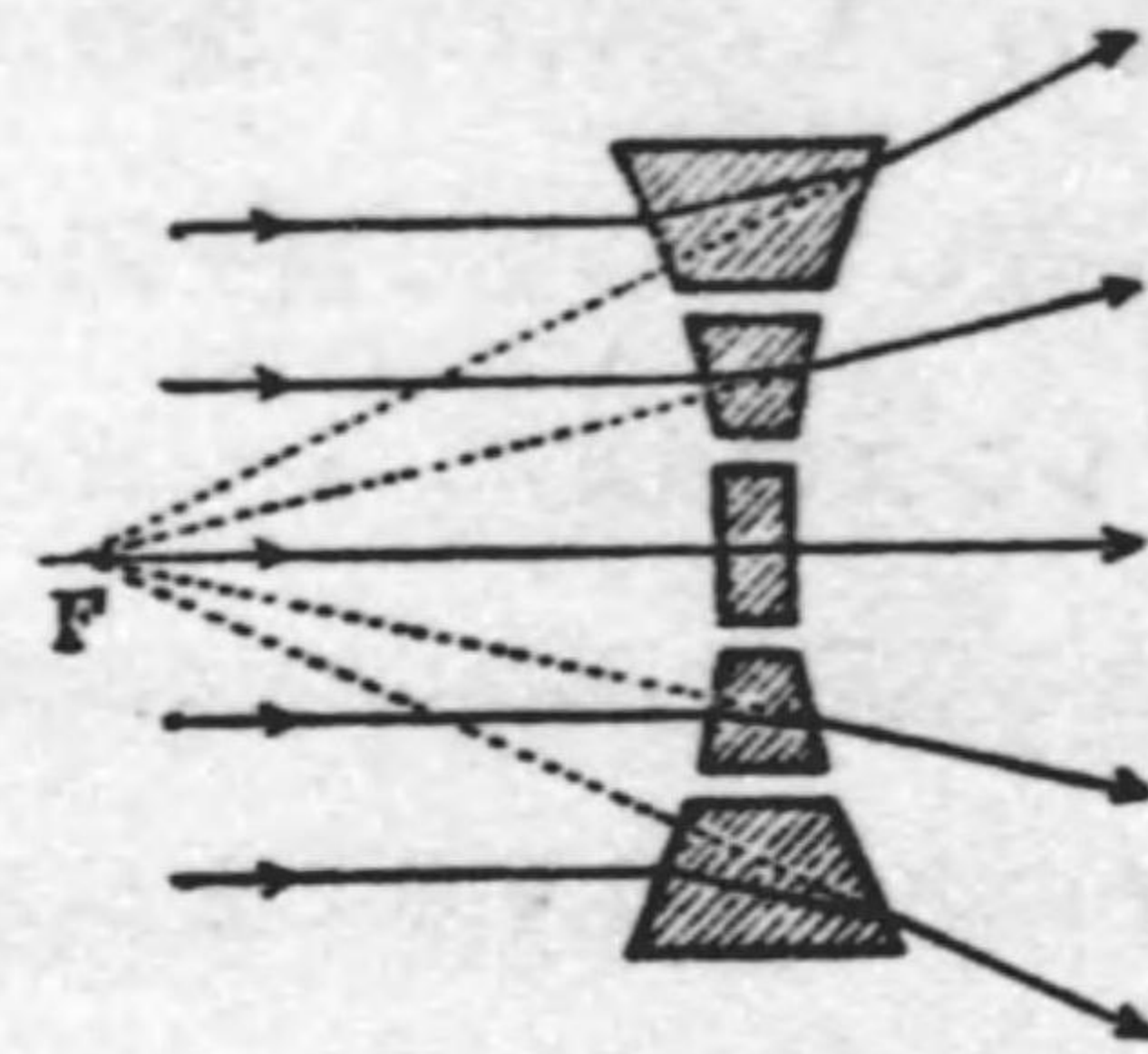
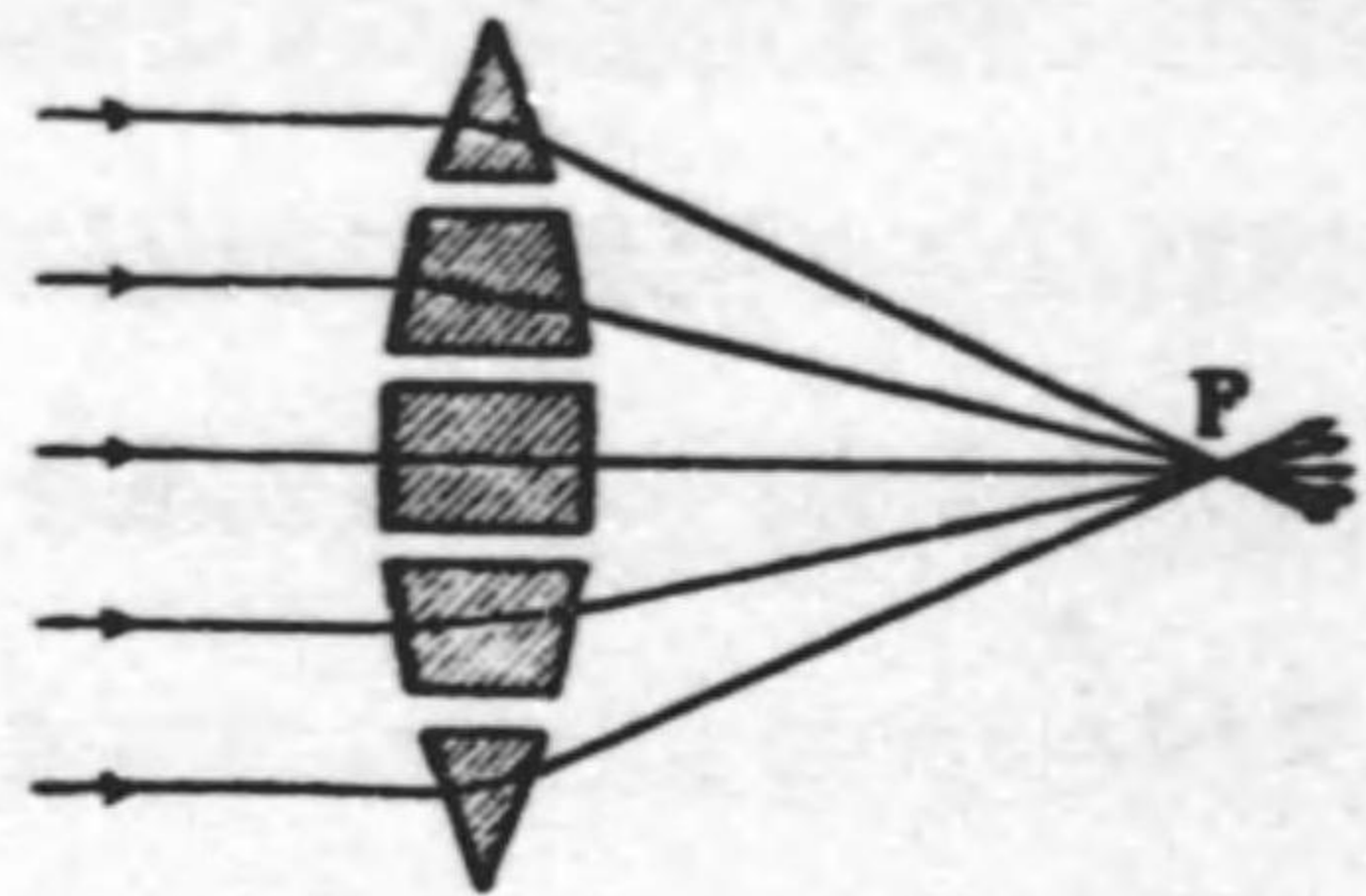


の焦点距離が大になります。

又焦点が両側にあつて従つて二点あることには特に注意せしめること。

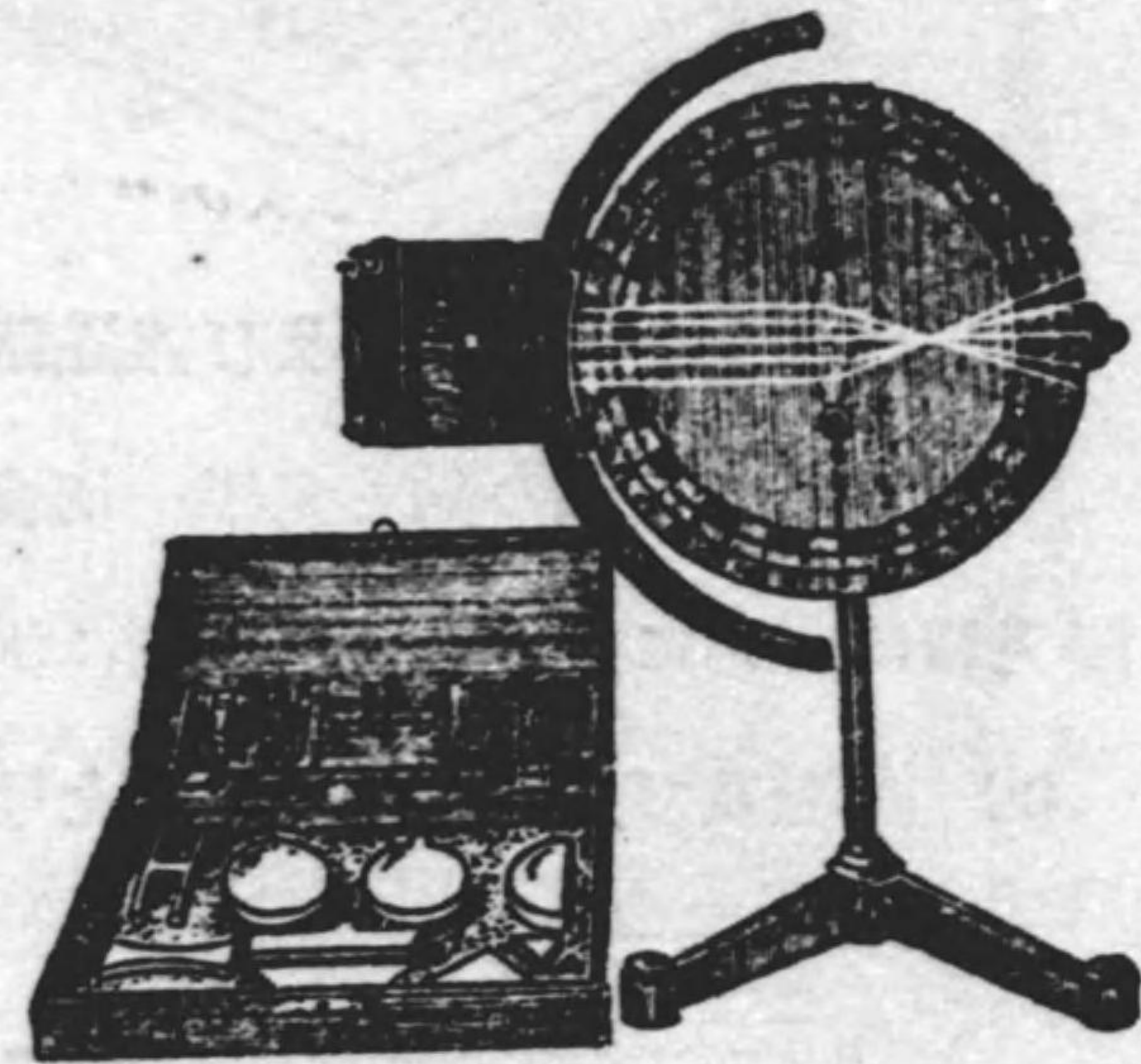
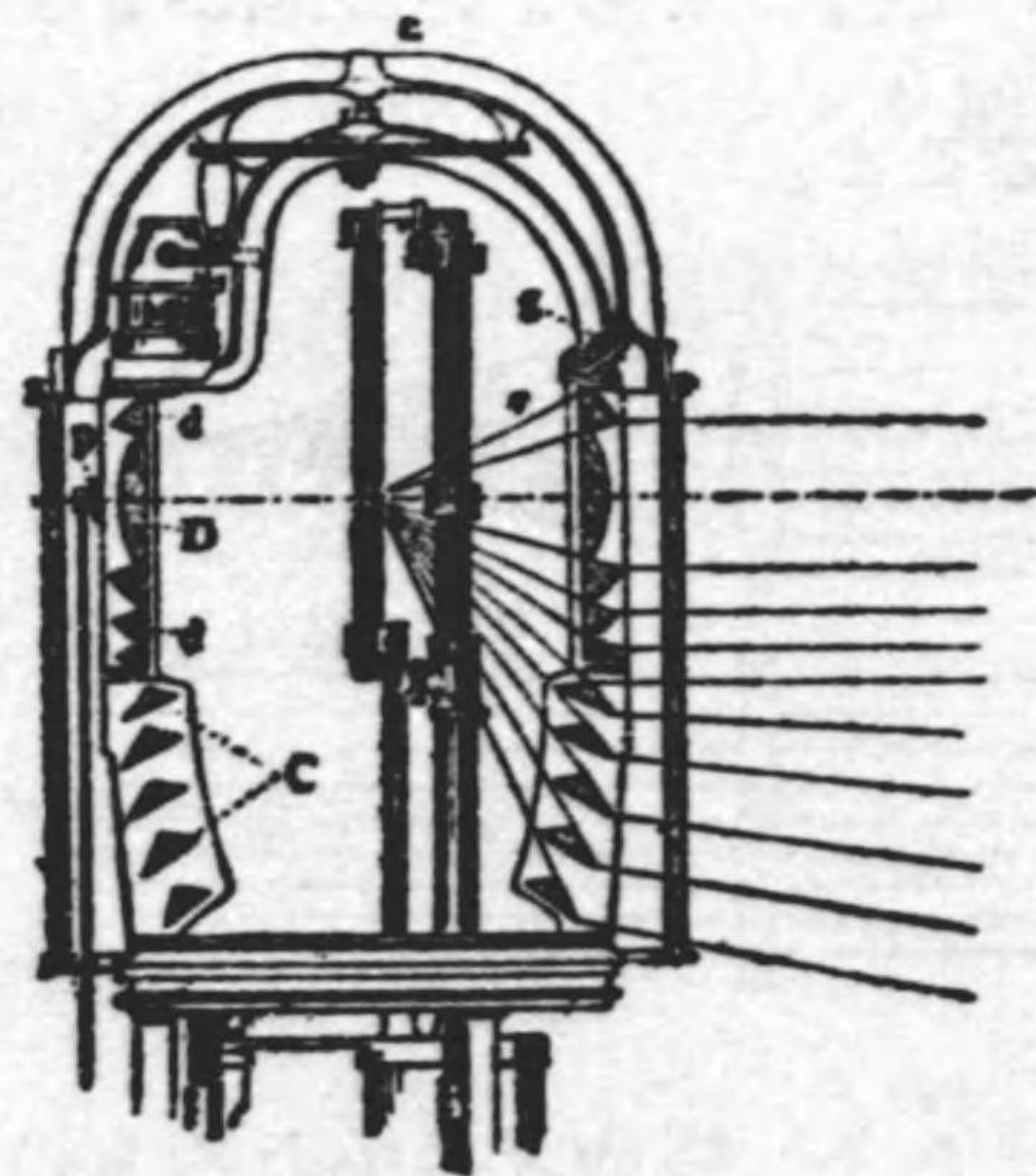
又水とか硝子とかにレンズを通過した光を入ると焦点距離の延びることを附加するならば之に連關して行ふのも悪くはありません。

(3) 凸及び凹レンズをプリズムの集合と見做して光線屈折の様



を考察せしめること。

右圖の光學實驗器はこのやうな作用を示す實驗には好適のものであります。電力としては僅かに6ボルトの電池があればよく、又交流電力を直接に用ひることも出来るやうにその臺下に變壓器を備へてをるものもあります。



(D) 燈臺用凸レンズ。採逆考察法を利用して凸レンズを通過した後如何になりて進むかを推究せしめ、その應用として燈臺用凸レンズに入り

ます。

遠方まで弱らずに進む平行光線にする工夫。

經濟上から工夫したその特殊の形状。

外觀並びに装置の様態等は教科書の挿繪を利用するか前圖の如きものによるかします。

頁 節  
104 113 レンズの作る物體の像。

(I) 教授要項。

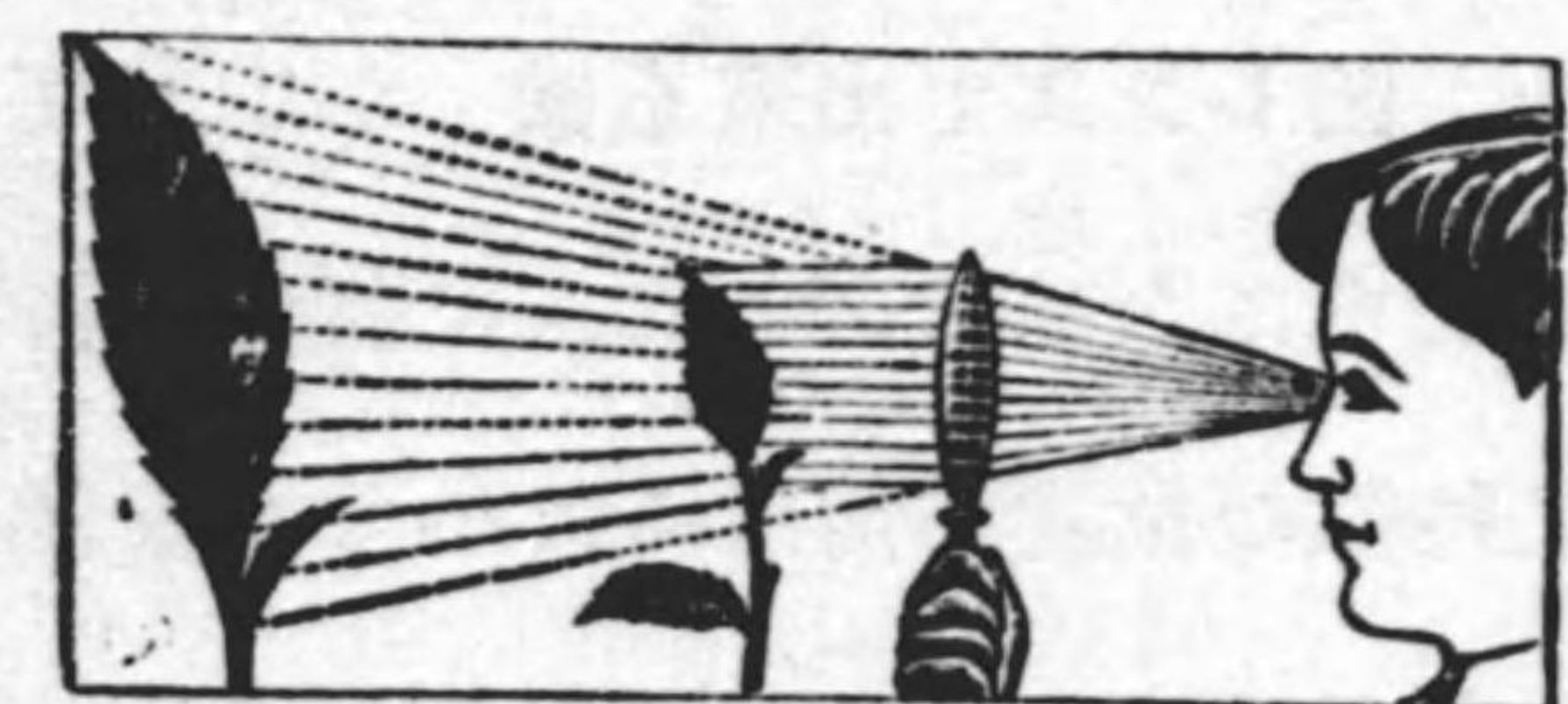
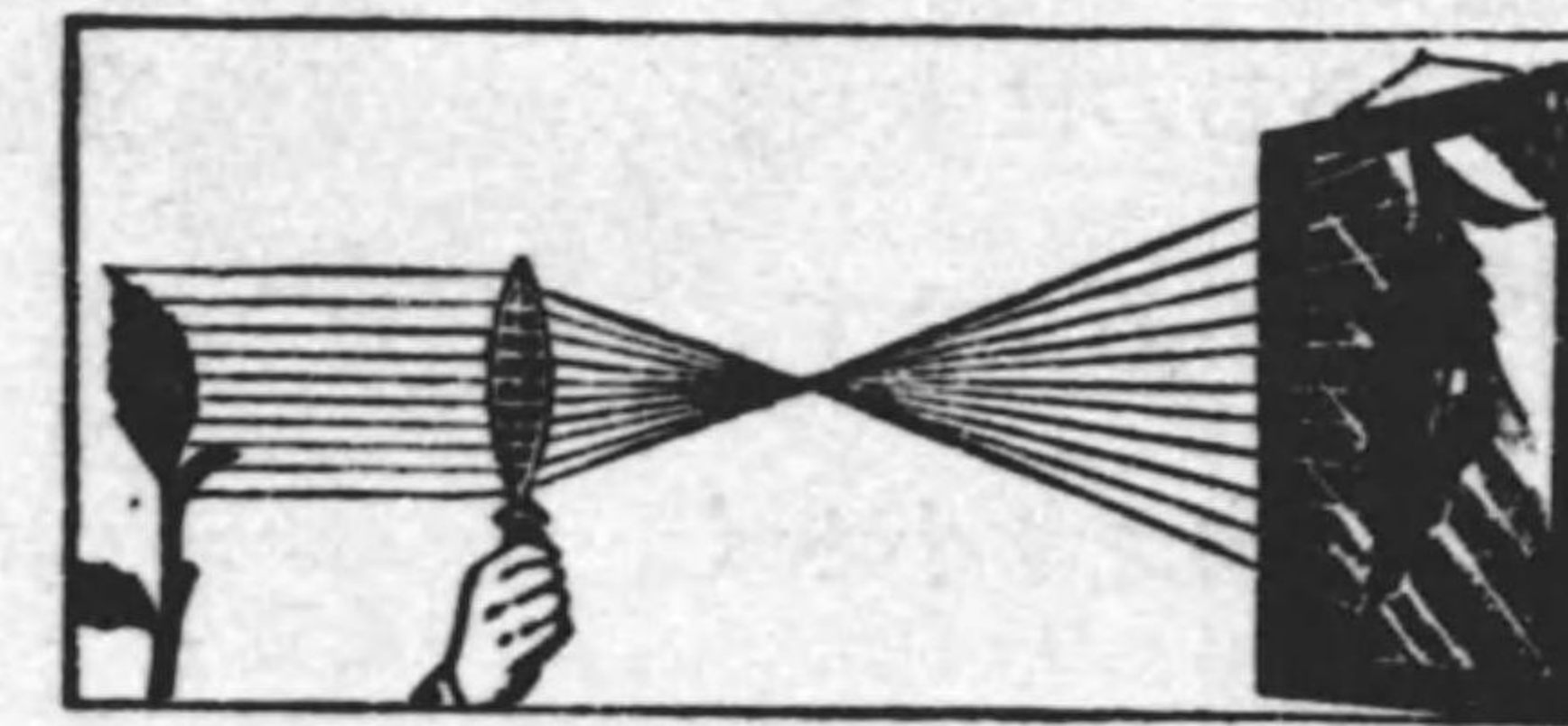
(A) 實驗。

- (1) 凸レンズの實像をつくること。
- (2) 同レンズによる虚像を見せること。

(B) 作圖法。239圖及び240圖を適用して實際的に圖示する。

(C) 實像と虚像との區別を明かにすること。凹面鏡に於ても特にこの區別に明瞭を缺いてをる生徒がありますが、凸レンズの如く透明光學器に於てはこの缺陷が非常に多くなるやうになります。

生徒實驗を行はせない學校では特にこの點に注意する必要があります。



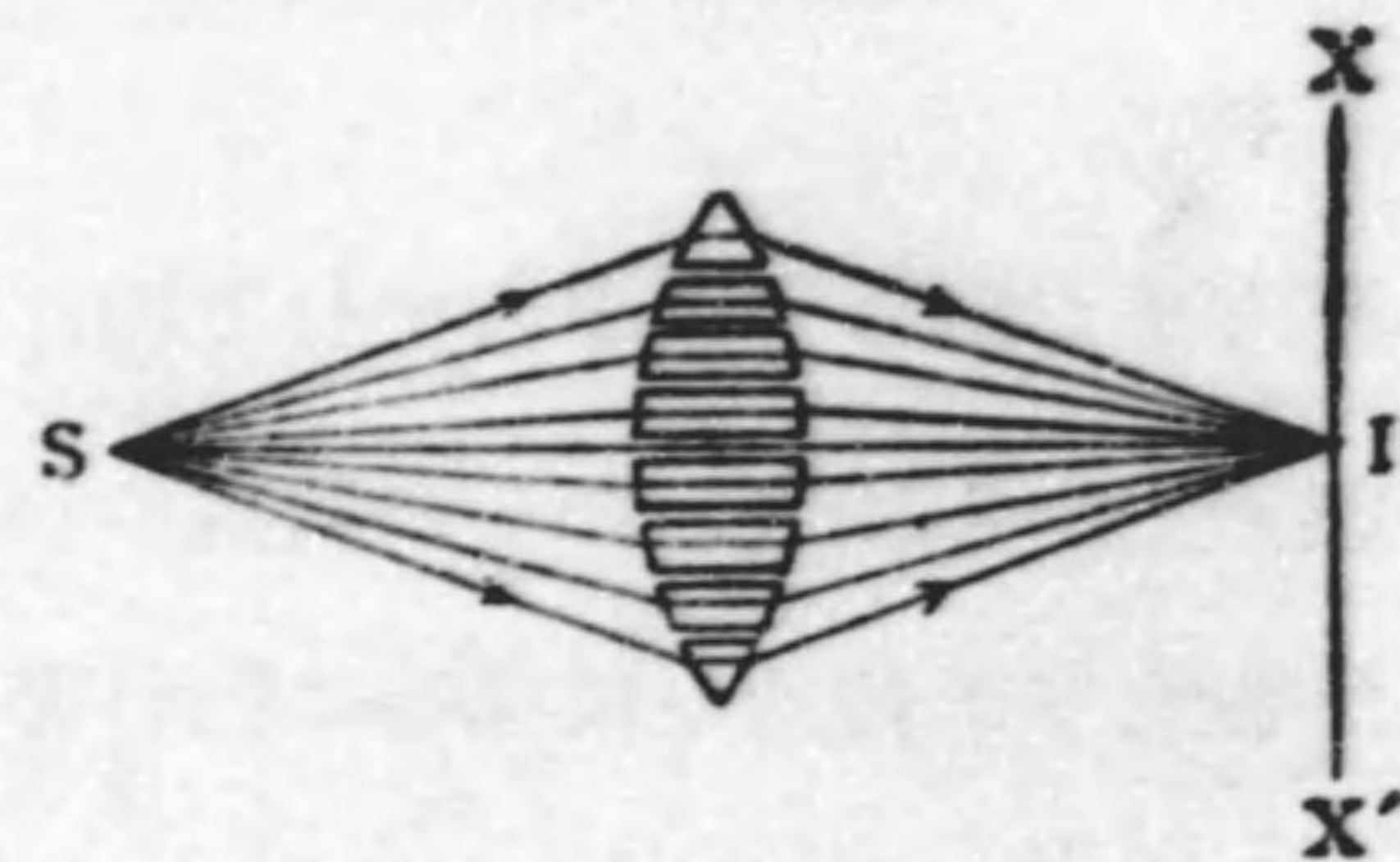
米國の一教科書中にはこの區別を明らかにするために上のやうな圖を使用してをります。

(D) 公式  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  の取扱ひ方。之は實測の結果から得た公式として取扱はなければ、證明は少しく無理であります。

この式は次圖の如き光點とその像の位置から導いたものであります。

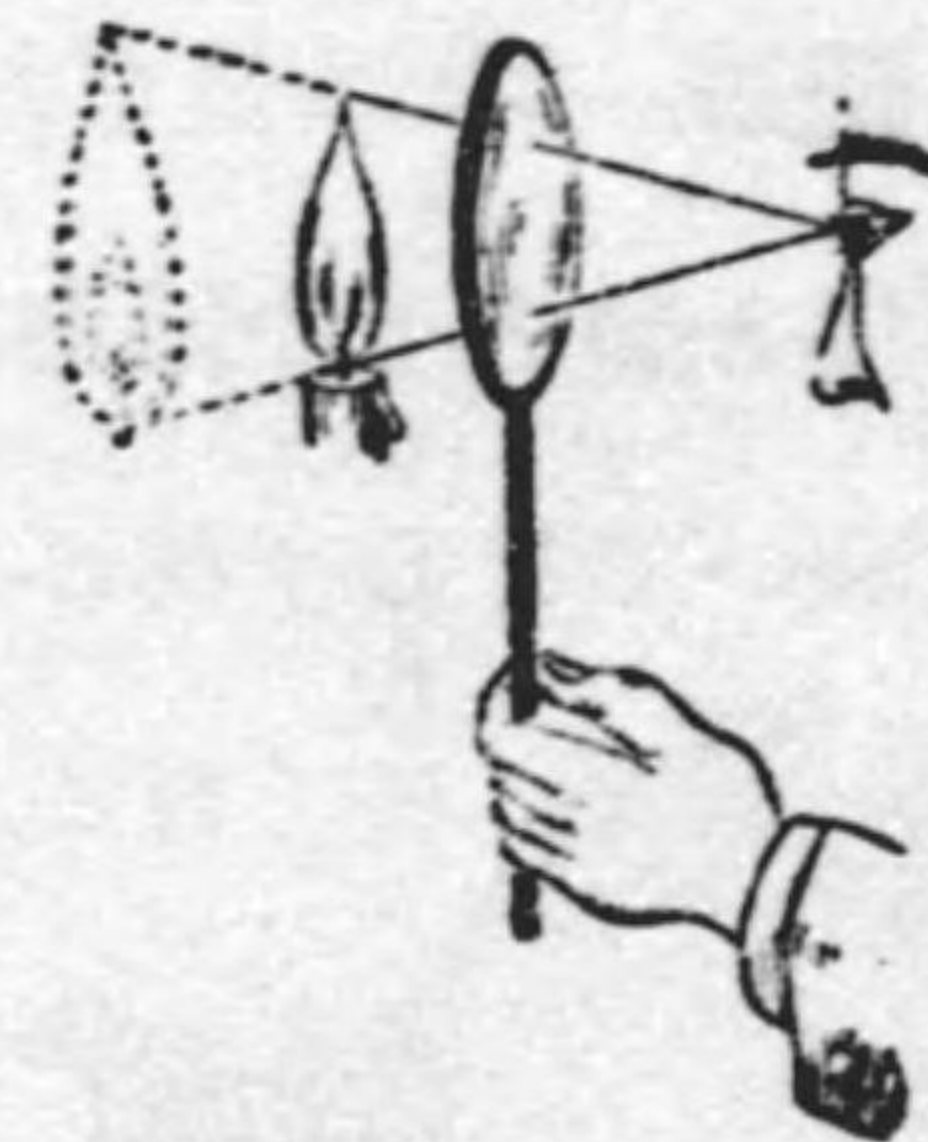
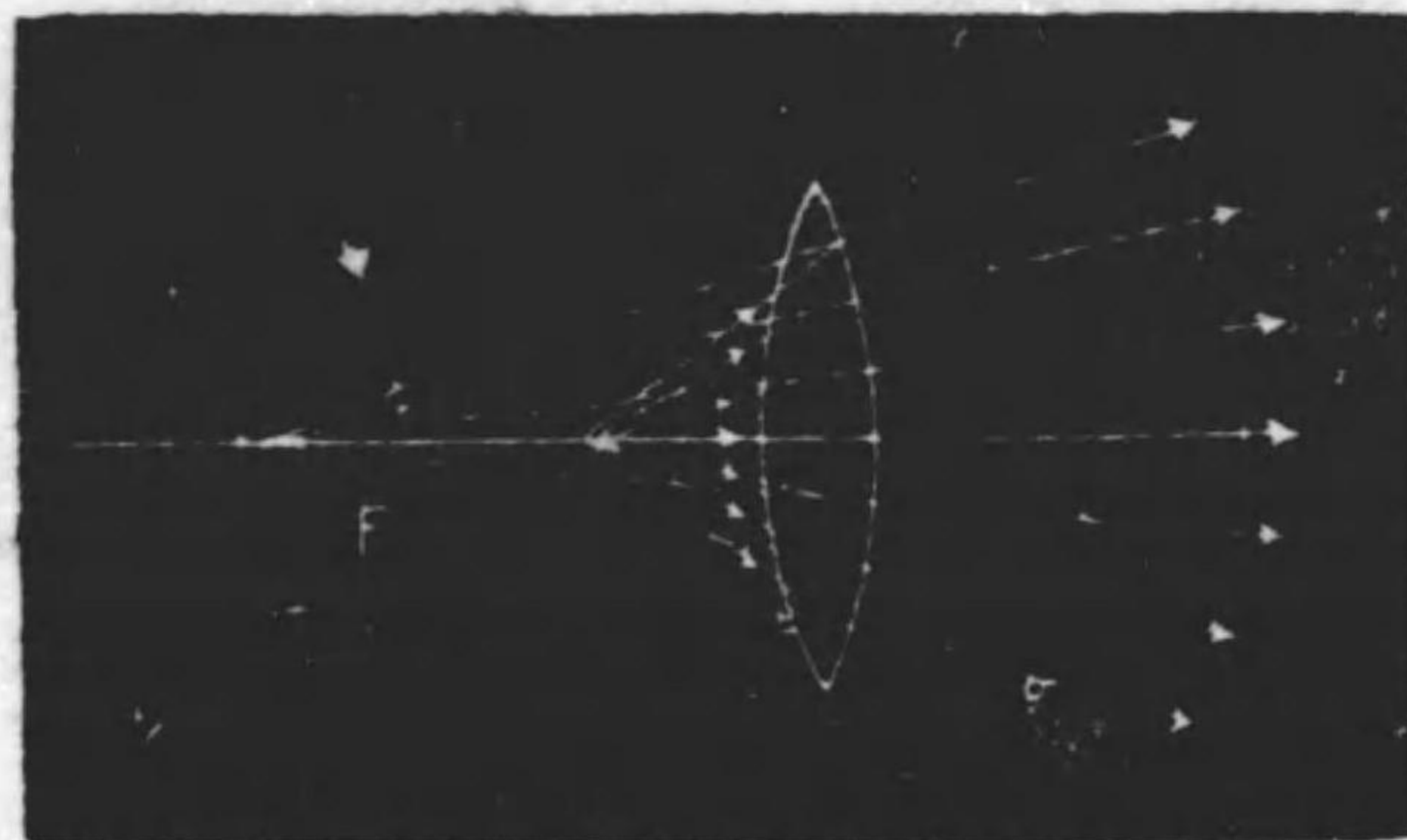


而し光體を遠方から凸レンズに近づけつゝその實像の位置を定め、その結果が式に一致することを検証することは容易で又必要なことと思ひます。



更に出来れば實物と衝立とを取りかへて、共軛的なことを明らかにしたいものであります。

(E) 虚像のときの  $b$  を負とすること。これは光の方向を正と見ると「虚像は丁度逆の方に測つて  $b$  をとりますから負とする」と解釋する取扱ひ方もないではないか、虚像は實像の出来る側にないから  $b$  を負とするとしてもよいと思ひます。或は之も實測の結果として一律に取扱ふても差支ないと思はれます。

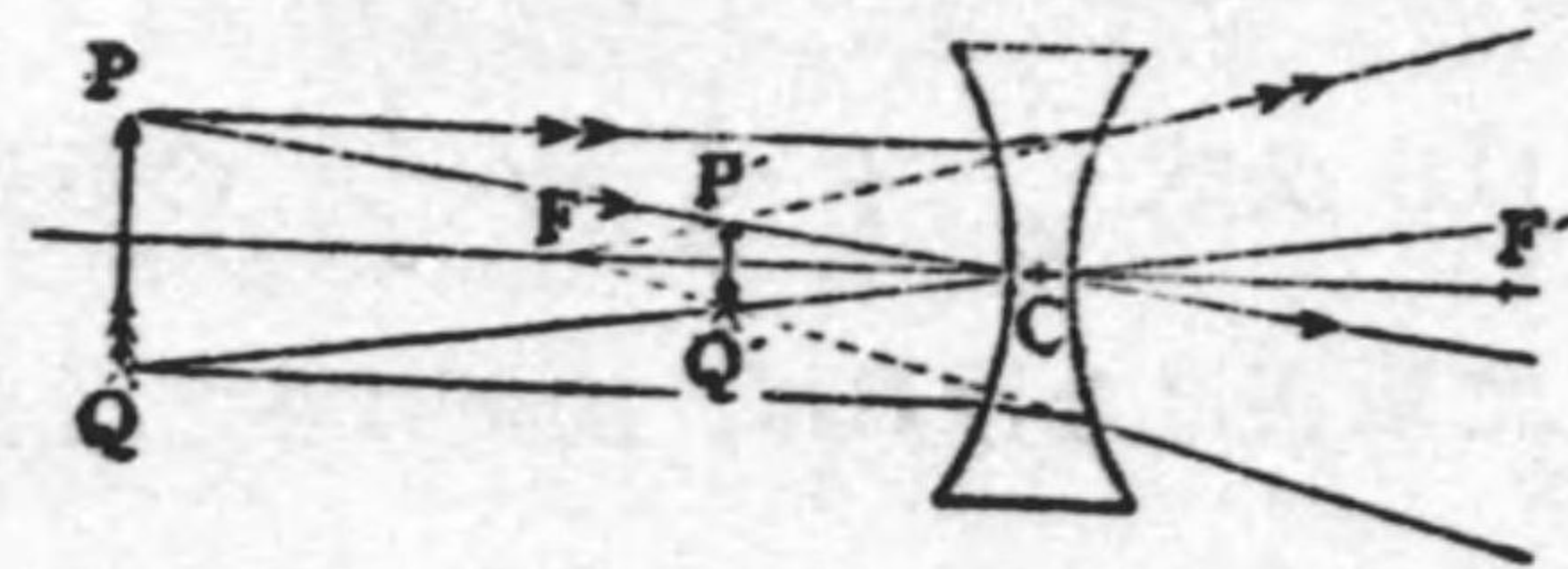


(F) 凹レンズで出来る像が虚像ばかりであるのは本レンズが、光を發散してしまふためであることに關係を持たす必要があります。

又物體の位置が何所にあつても虚像は必ず實物より小さく、且つレンズに接近して正立することを明らかにせねばなりません。

この公式までは授けなくともよいと思ひますが  $\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f}$  なることを添加しても差支はありますまい。

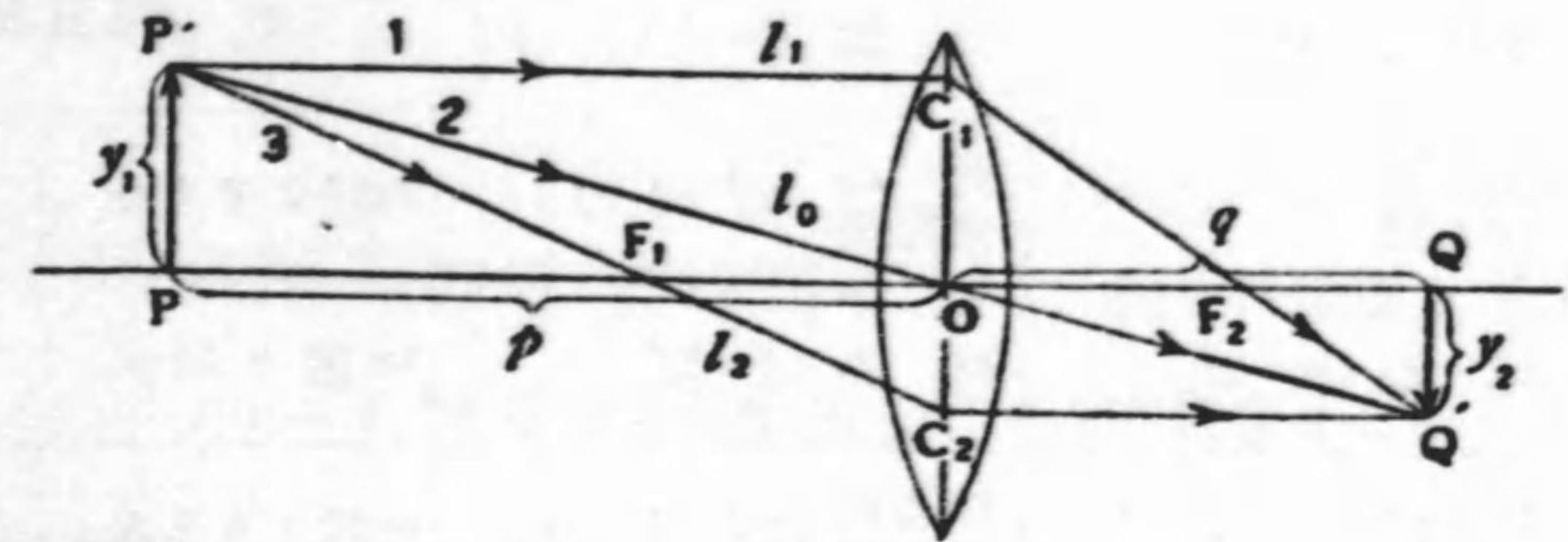
公式へ導くのは凸レンズの場合のやうに光點とその虚像との位置に關して見たものとせねばなりません。



又物體の虚像が小さくて正立し且つレンズに近づくことは前圖によつて説明します。

(II) レンズによる物體の像の作圖基線。(1), (2), (3) の何れか二つを利用すれば

出来ることは凹面鏡の場合によく似てをります。

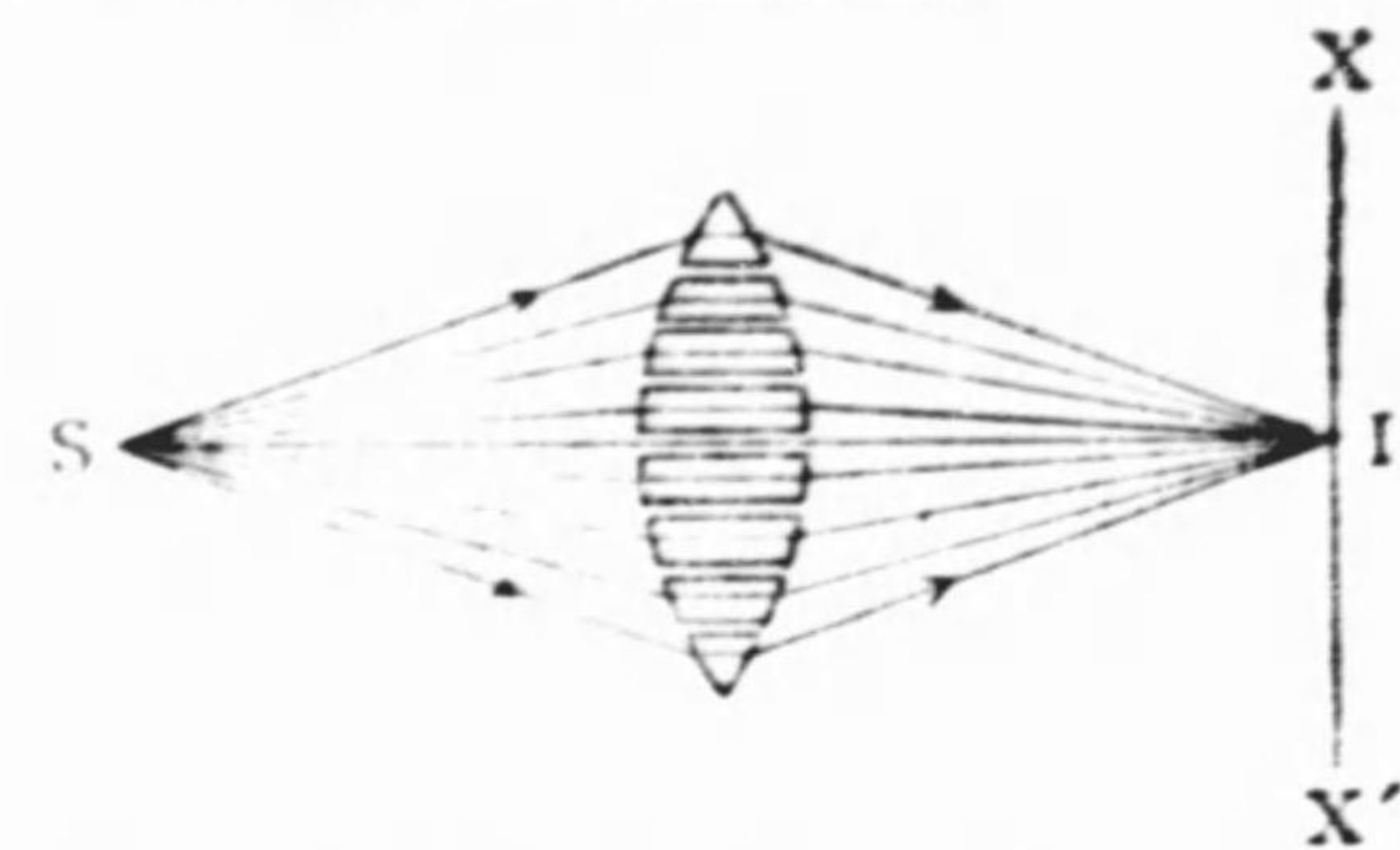


整理 (1) 實像と虚像。

像		平面鏡	凹面鏡	凸面鏡	凸レンズ	凹レンズ
虚像の成立する場合	物體の位置	鏡の前方	焦點以内	鏡の前方	焦點以内	レンズの前方
	虚像の位置	鏡後	鏡後	鏡後	物體と同側	物體と同側
	虚像の正倒	正立	正立	正立	正立	正立
	鏡又はレンズよりの距離	物體迄と等しい	物體と鏡とよりも鏡を遠く離れて	物體と鏡とよりも鏡に接近して	物體よりもレンズを遠く離れて	物體よりもレンズに接近して
	虚像の大きさ	物體と同大	物體より大	物體より小	物體より大	物體より小
實像の成立する場合	物體の位置	實像を生ぜず	鏡前焦點の外方	實像を生ぜず	焦點の外方	實像を生ぜず
	實像の位置		鏡前焦點の外方(別表)		物體と反對の側の焦點の外方(別表)	
	實像の正倒		必ず倒立		必ず倒立	
	鏡又はレンズよりの距離		鏡と物體との距離の増減で反對に増減(別表)		レンズと物體との距離の増減で反對に増減(別表)	
	實像の大きさ		例像と物體實の大きさとはそれら比鏡よりの距離に正比例す		實像と物體との大きさの比は其等の距離に正比例す	

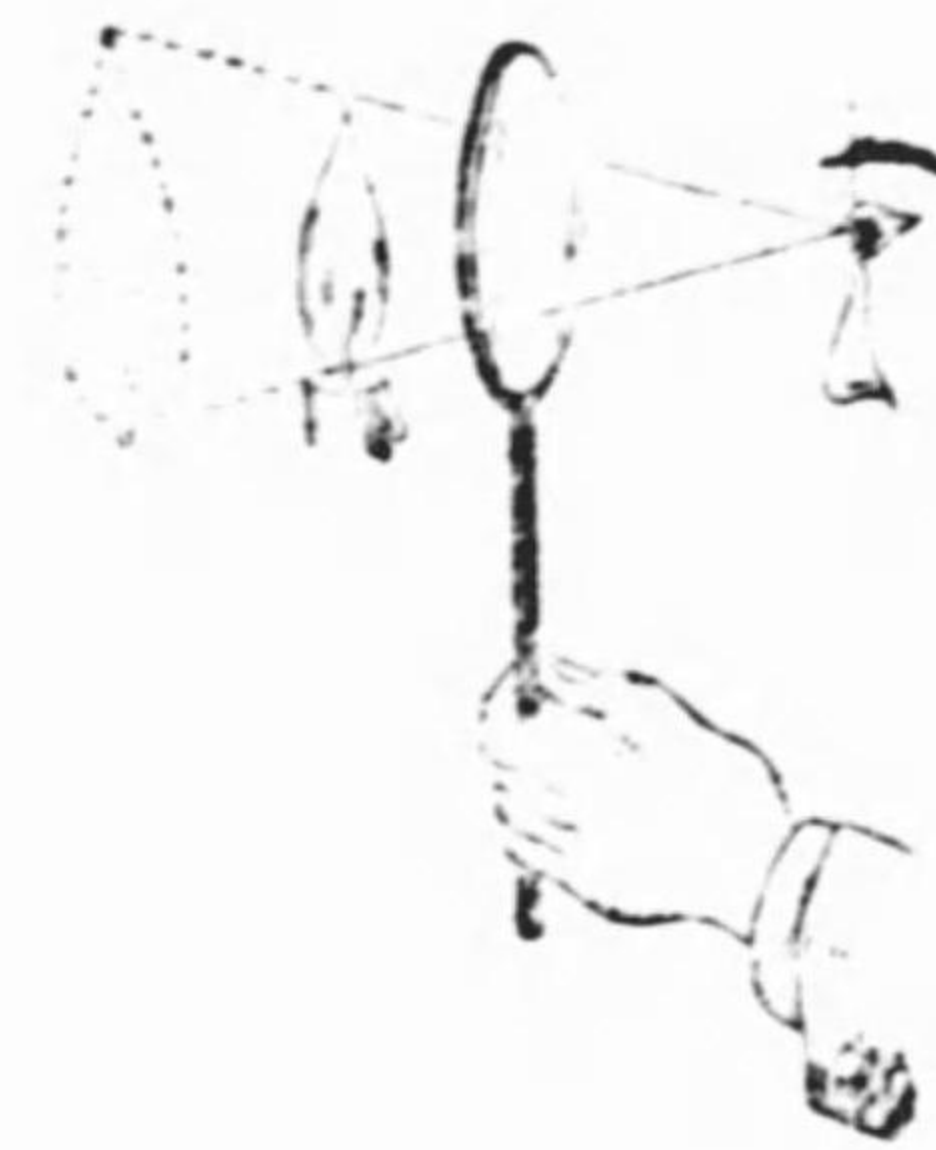
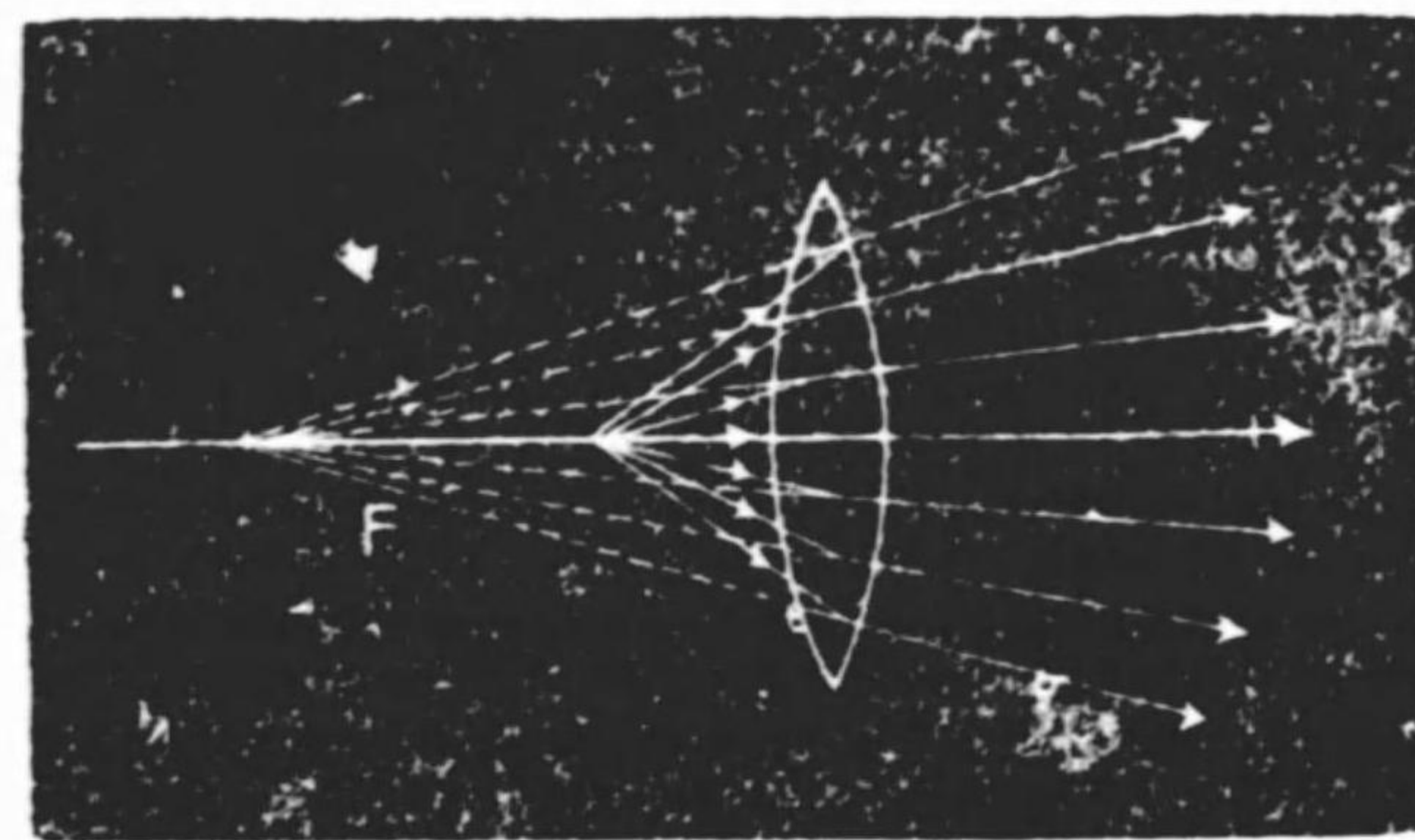


而し光體を遠方から凸レンズに近づけつゝその實像の位置を定め、その結果が式に一致することを検証することは容易で又必要なことと思ひます。



更に出来れば實物と術立とを取りかへて、共軛的なることを明らかにしたいものであります。

(E) 虚像のときの  $b$  を負とすること。これは光の方向を正と見ると「虚像は丁度逆の方に測つて  $b$  をとりますから負とする」と解釋する取扱ひ方もないではないか。虚像は實像の出来る側にないから  $b$  を負とするとしてもよいと思ひます。或は之も實測の結果として一律に取扱ふても差支ないと思はれます。

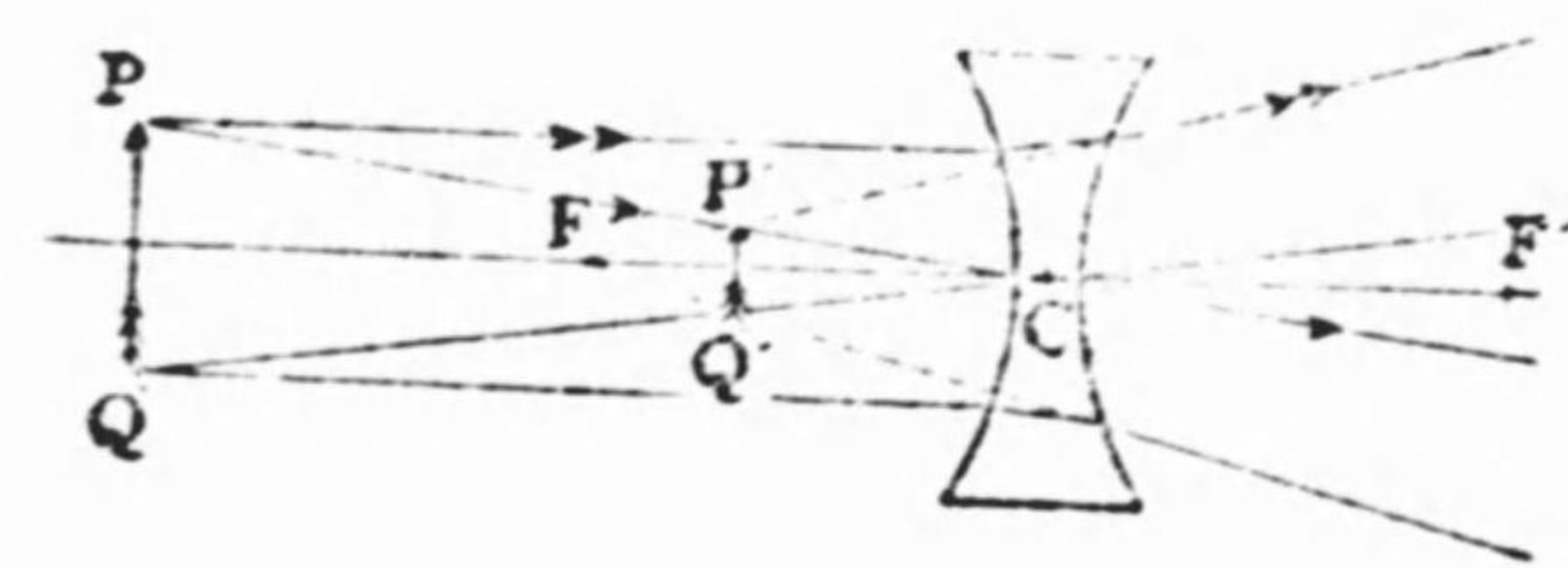


(F) 凹レンズで出来る像が虚像ばかりであるのは本レンズが、光を發散してしまふためであることに關係を持たす必要があります。

又物體の位置が何所にあつても虚像は必ず實物より小さく、且つレンズに接近して正立することを明らかにせねばなりません。

この公式までは授けなくともよいと思ひますが  $\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f}$  なることを添加しても差支はありません。

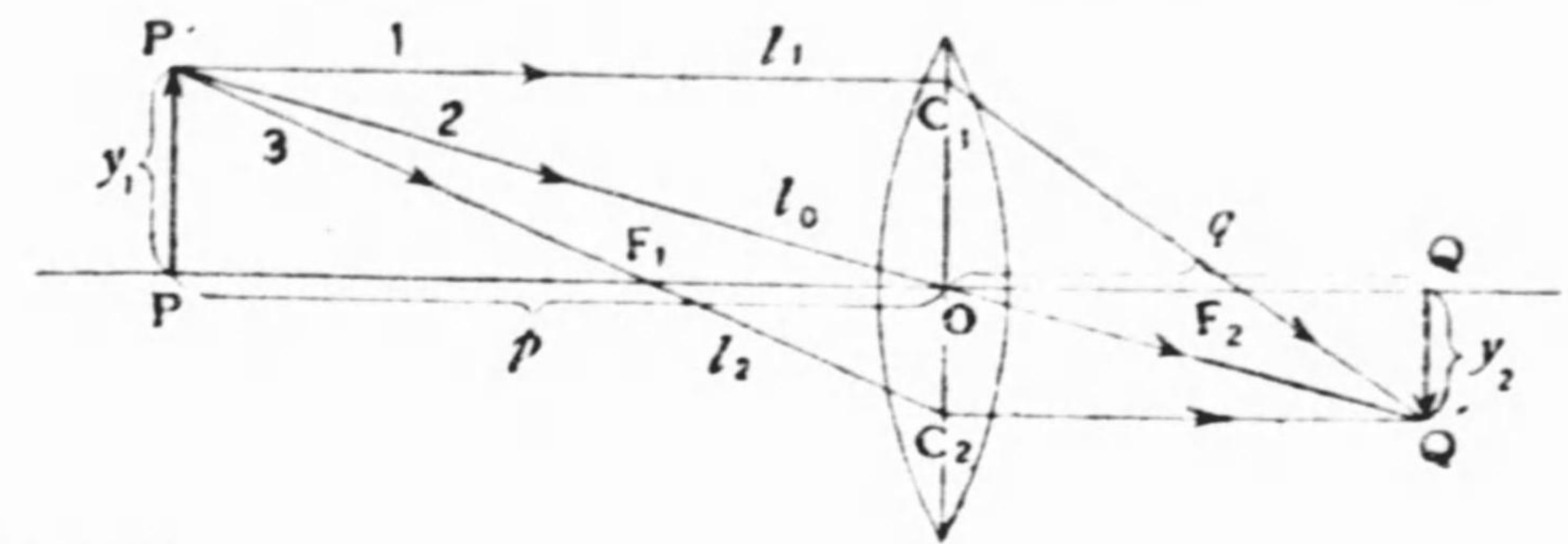
公式へ導くのは凸レンズの場合のやうに光點とその虚像との位置に關して見たものとせねばなりません。



又物體の虚像が小さくて正立し且つレンズに近づくことは前圖によつて説明します。

(II) レンズによる物體の像の作圖基線。(1), (2), (3) の何れか二つを利用すれば

出来ることは凹面鏡の場合によく似てをります。



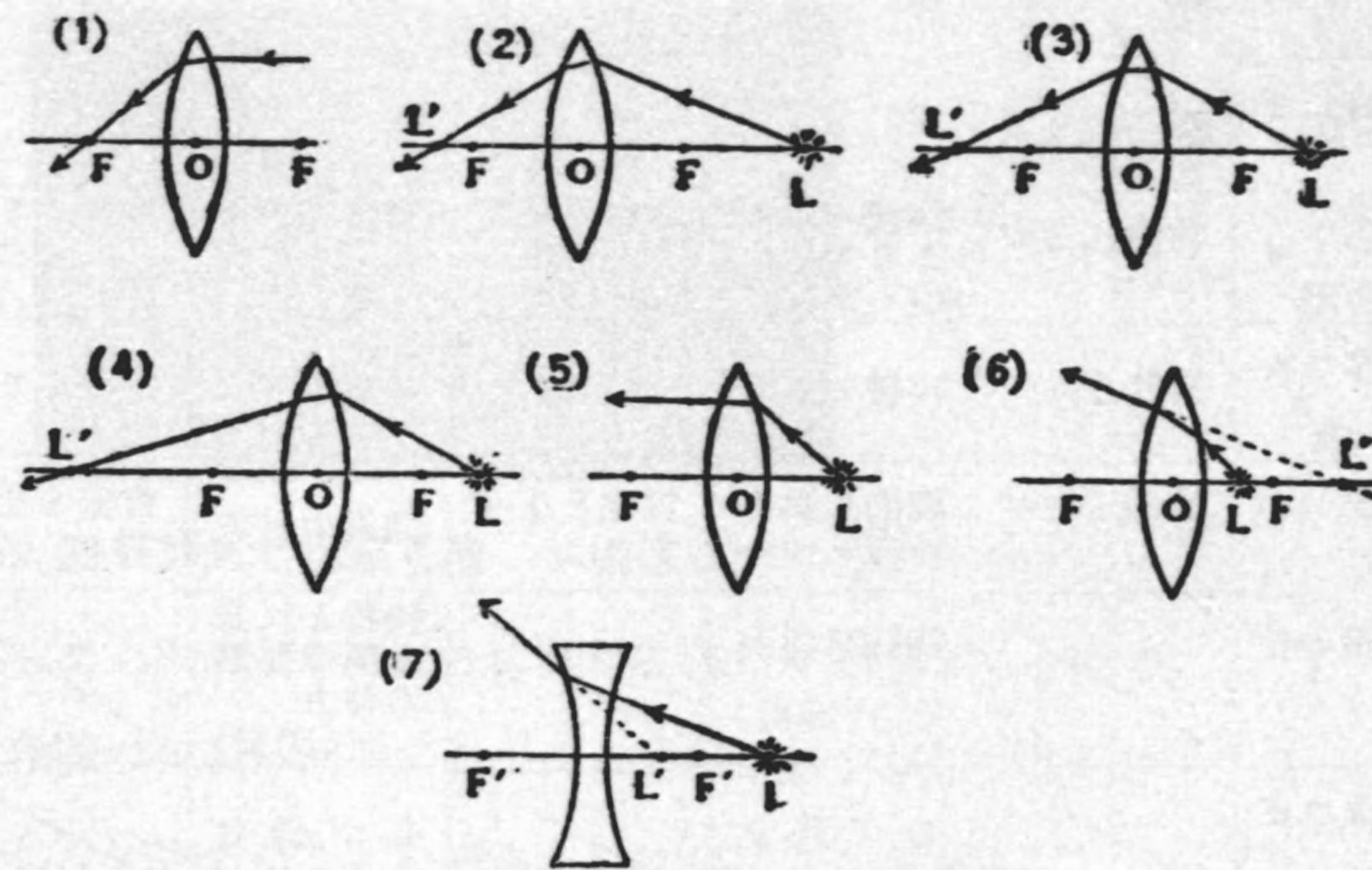
整理 1. 實像と虚像。

像	平面鏡	凹面鏡	凸面鏡	凸レンズ	凹レンズ
虚像の位置	鏡の前方	焦點以内	鏡の前方	焦點以内	レンズの前方
虚像の位置	鏡の後	鏡の後	鏡の後	物體と同側	物體と同側
虚像の正倒	正立	正立	正立	正立	正立
鏡又はレンズよりの距離	物體迄と等しい	物體と鏡とよりも鏡を遠く離れて	物體と鏡とよりも鏡に接近して	物體よりもレンズを遠く離れて	物體よりもレンズに接近して
虚像の大きさ	物體と同大	物體より大	物體より小	物體より大	物體より小
實像の位置	實像を生ぜず	鏡前焦點の外方	實像を生ぜず	焦點の外方	實像を生ぜず
實像の位置		鏡前焦點の外方(別表)		物體と反對の側の焦點の外方(別表)	
實像の正倒		必ず倒立		必ず倒立	
鏡又はレンズよりの距離		鏡と物體との距離の増減で反對に増減(別表)		レンズと物體との距離の増減で反對に増減(別表)	
實像の大きさ		虚像と物體の實の大きさとはそれら比鏡よりの距離に正比例す		實像と物體との大きさの比は其等の距離に正比例す	



整理 (2) 凹面鏡による像と凸レンズによる像。

物体の位置	像の位置	像の大きさ	像の虚実	像の正倒
凹面鏡   凸レンズ				
無限遠 ( $a = \infty$ )	焦点 ( $b = f$ )	点	実	倒立
無限遠 球心間 ( $\infty > a > 2f$ )	球心 焦点間 ( $2f > b > f$ )	物体よりも小	実	倒立
球心 ( $a = 2f$ )	球心 ( $b = 2f$ )	物体と同大	実	倒立
球心 焦点間 ( $2f > a > f$ )	球心無 限遠間 ( $2f < b < \infty$ )	物体よりも大	実	倒立
焦点 ( $a = f$ )	無限遠 ( $b = \infty$ )	.....	.....	.....
焦点内 ( $a < f$ )	鏡後 ( $b < 0$ )	物体よりも大	虚	正立



第四章 光學器械

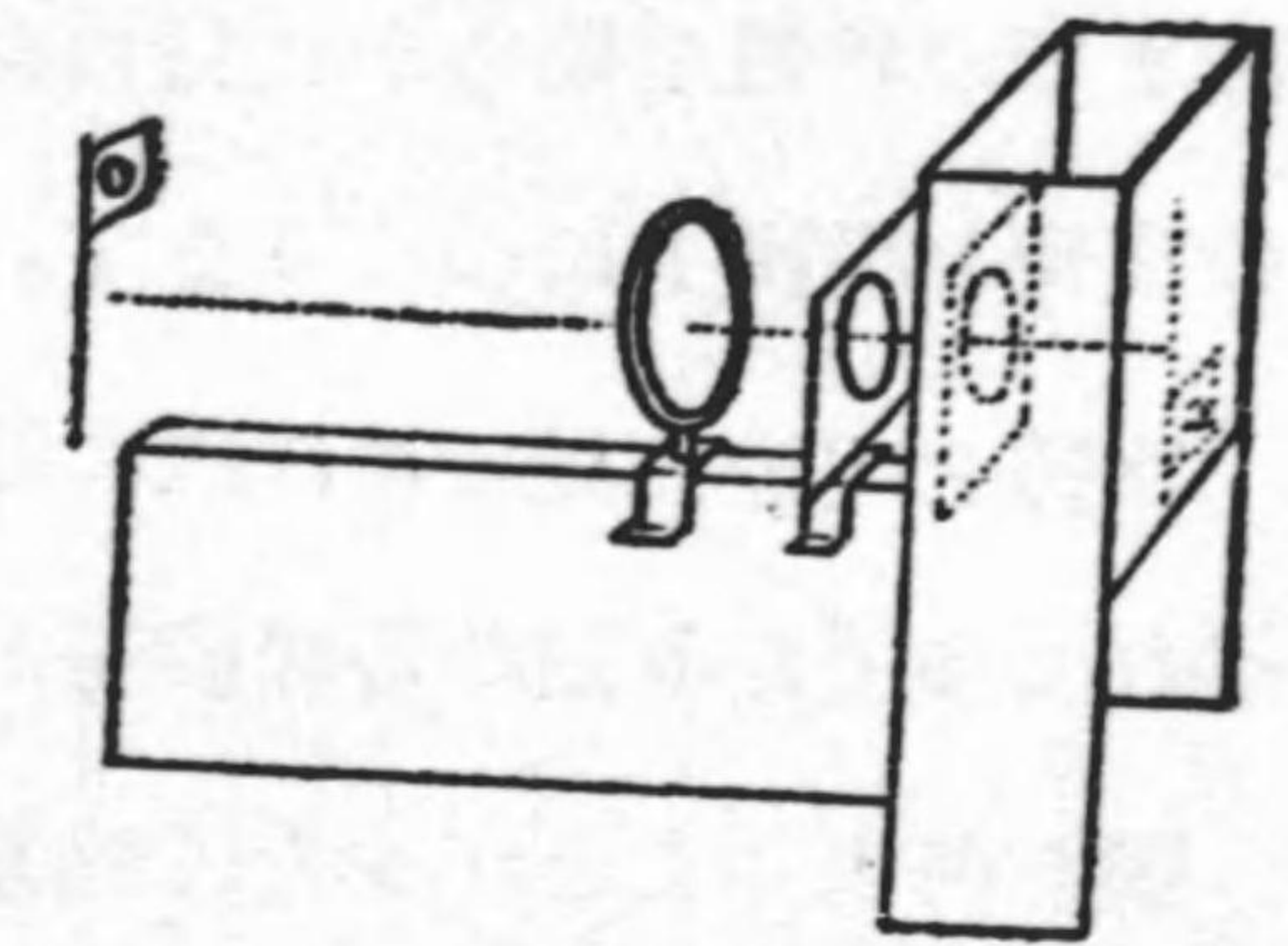
頁 節  
106 114 寫真機。

教授要項。

(A) 構造。凸レンズ, 蛇腹附縮暗箱, 摺硝子(ピント), 絞りの位置と用途。  
(B) 作用。多くは  $\infty > a > 2f$  なる場合を應用して倒立明實像をピント上に映出せしめます。

廓大の場合には  $2f > a > f$  なる如く利用することがあります。

(C) 實驗。著者考案の簡易光學實驗器では右圖の如く生徒實驗を行はせ得るやうにしてあります。



(D) 撮影及び乾板の説明。

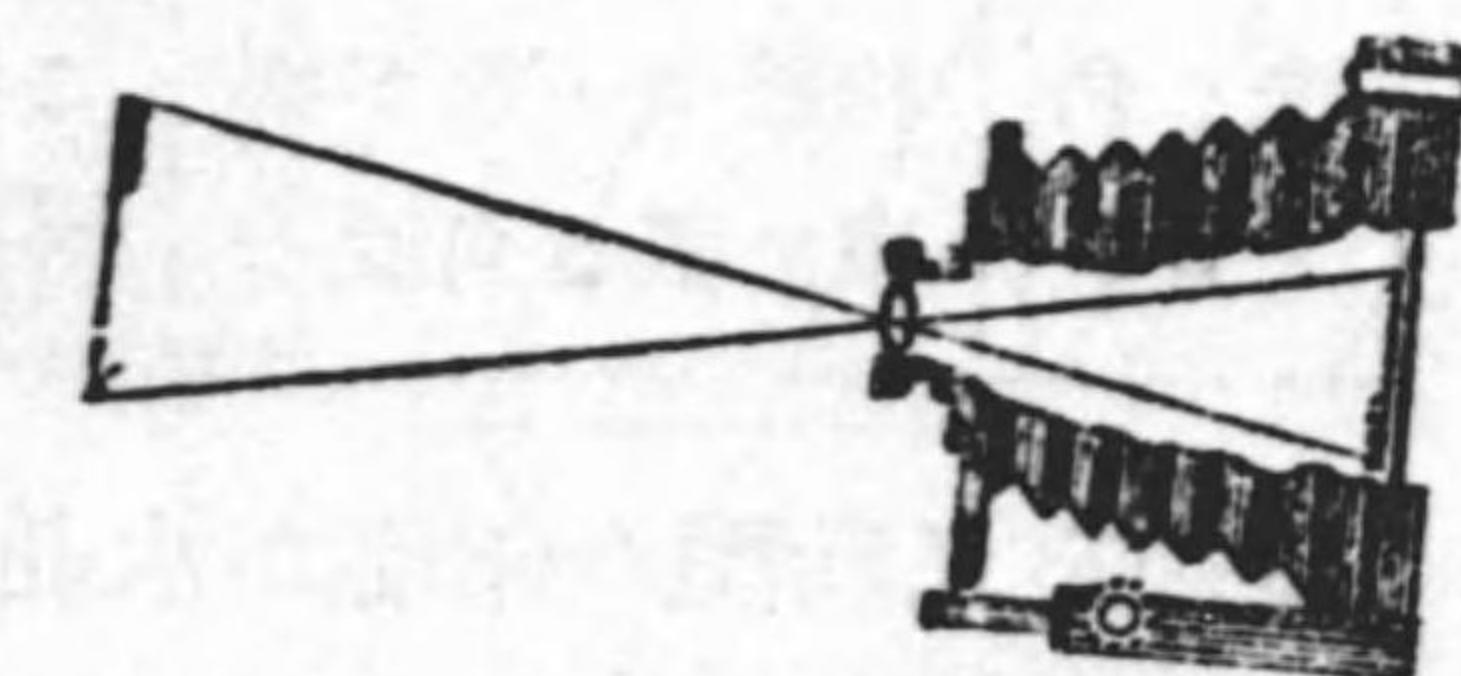
(1) 乾板は透明質のものに感光性强き臭化銀を塗れるもので摺硝子と入れ換へ感光せしめると, 光の當つた所のみ臭化銀は將に分解せんとする状態になります。

(2) 之を現像液の中に入れると光の當つた部分のみ臭化銀の分解が進みます。

(3) 光の當らなかつた所に残れる臭化銀を定着液の中に入れて洗ひ去ります。

(4) 洗ひ乾かせると陰畫(種板)が得られます。

(5) 感光紙をあて陽畫(寫眞)を作ります。



頁 節  
107 115 眼

(I) 教授要項。

(A) 眼の構造 を寫真機と比較しつ





つ授けます。

	(1)	(2)	(3)	(4)
寫眞機	凸レンズ	暗箱	摺硝子	シボリ
眼	水晶體及び水様液	鞏膜内球の暗	網膜	虹彩膜
相違點	眼ではこれが變局度を増減し得られる	寫眞機では暗箱が伸縮出来る	網膜には黄點、盲點等がある	

眼の調節作用  
寫眞機の調節

(B) 健眼及び明視の距離の説明。健眼はその調節作用で無限遠より眼前15厘までの物體を明らかに見得られますが、自然の状態にすると無限遠の物體の實像を網膜上につくります。

物體を明瞭に見るには眼に近い程よいが、水晶體の彎曲を増すことも之につれて多くなり眼の苦痛疲勞が加はります。

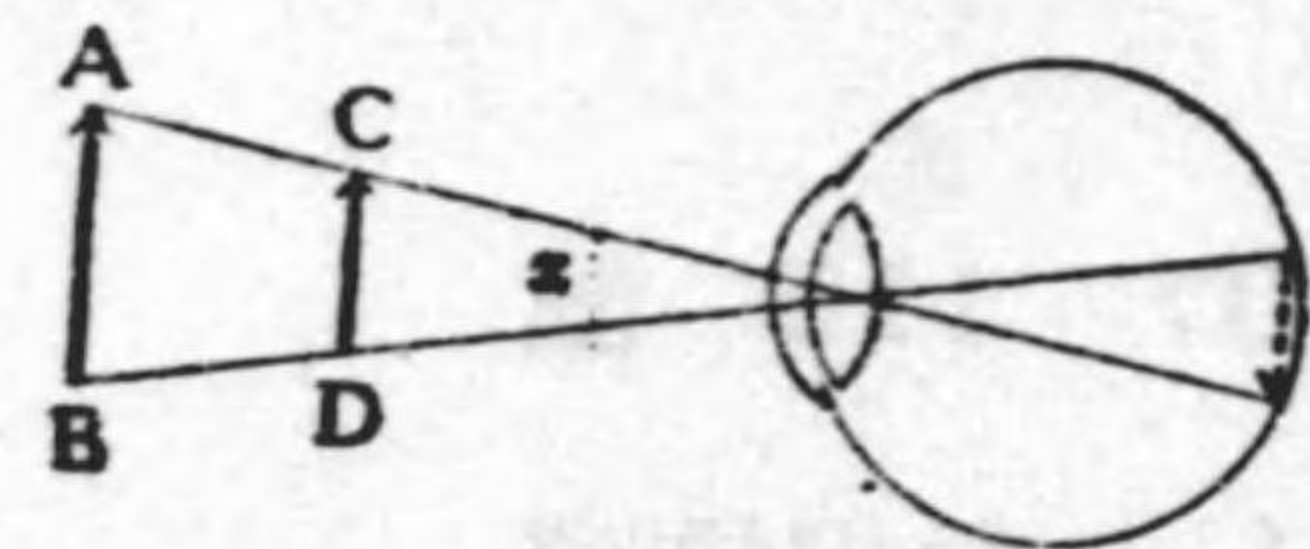
眼を勞することが少なく物體が明瞭に見えるのは健眼では眼前約25厘なので之を健眼の明視の距離といひます。

(C) 視角及び光角の説明。

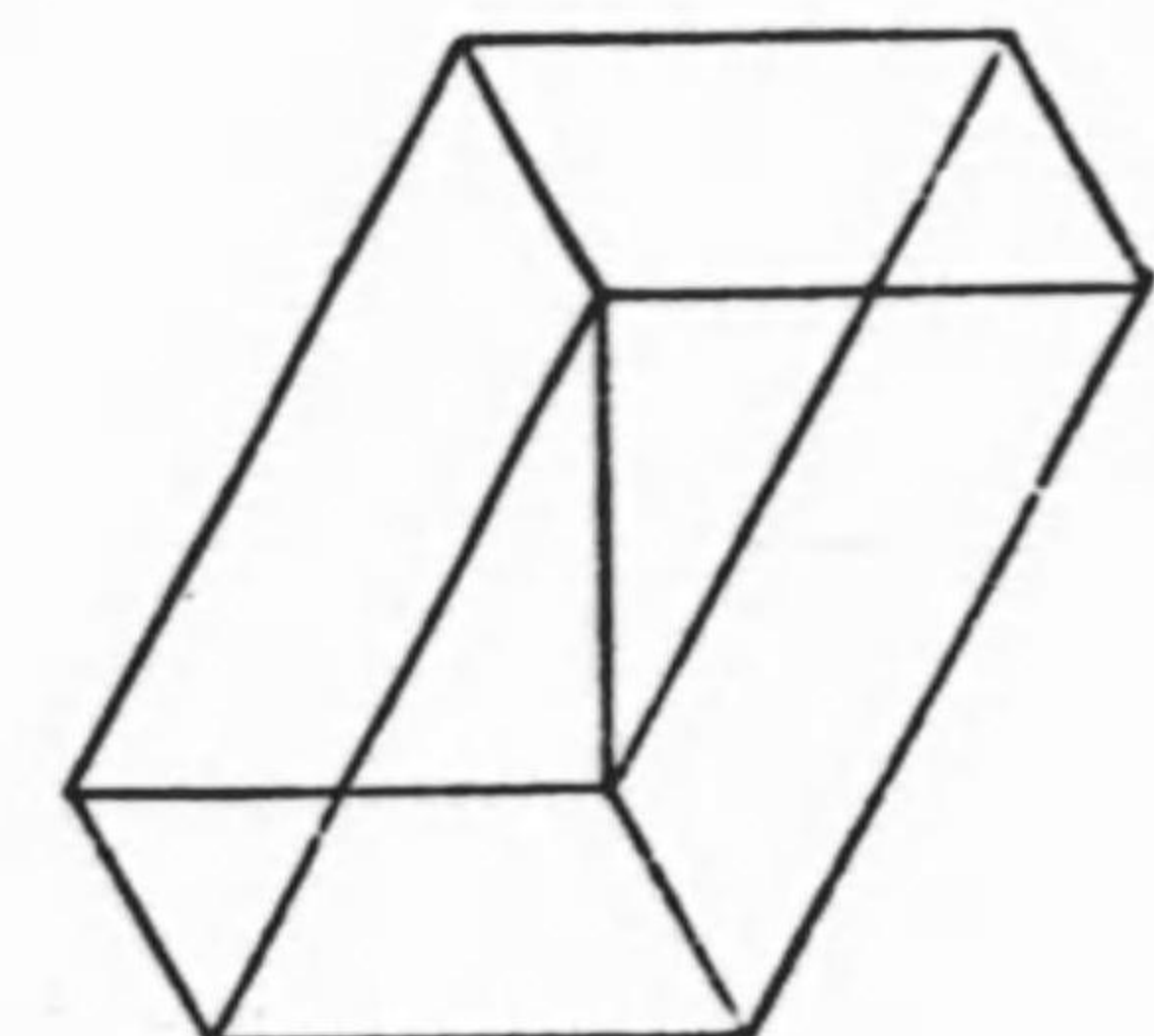
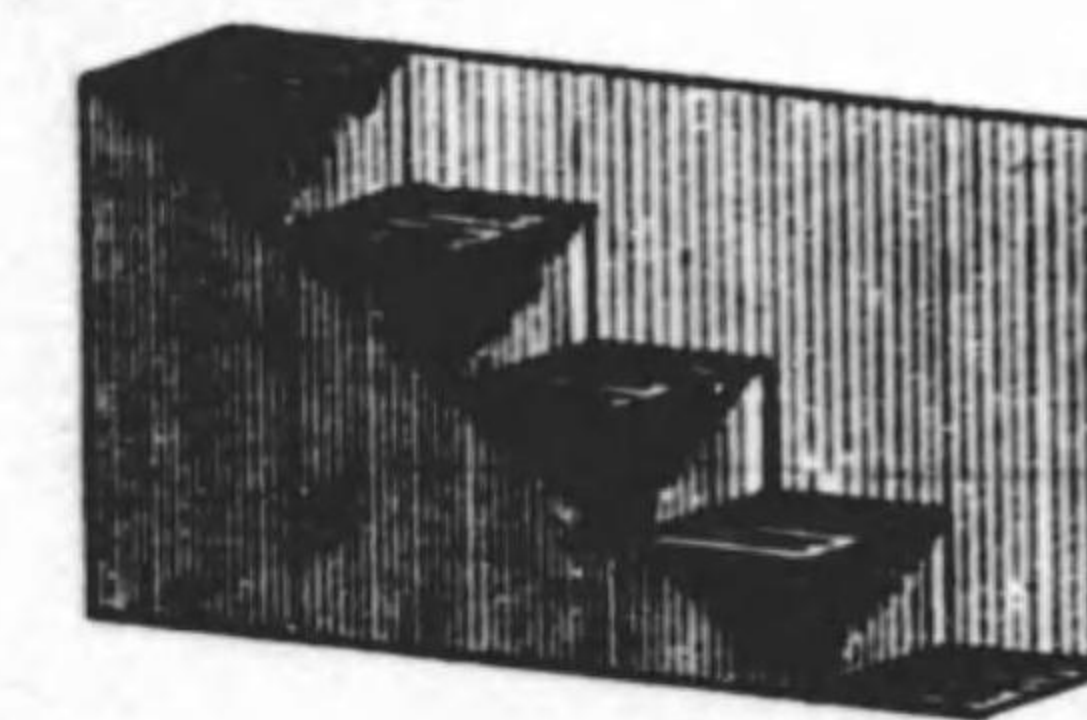
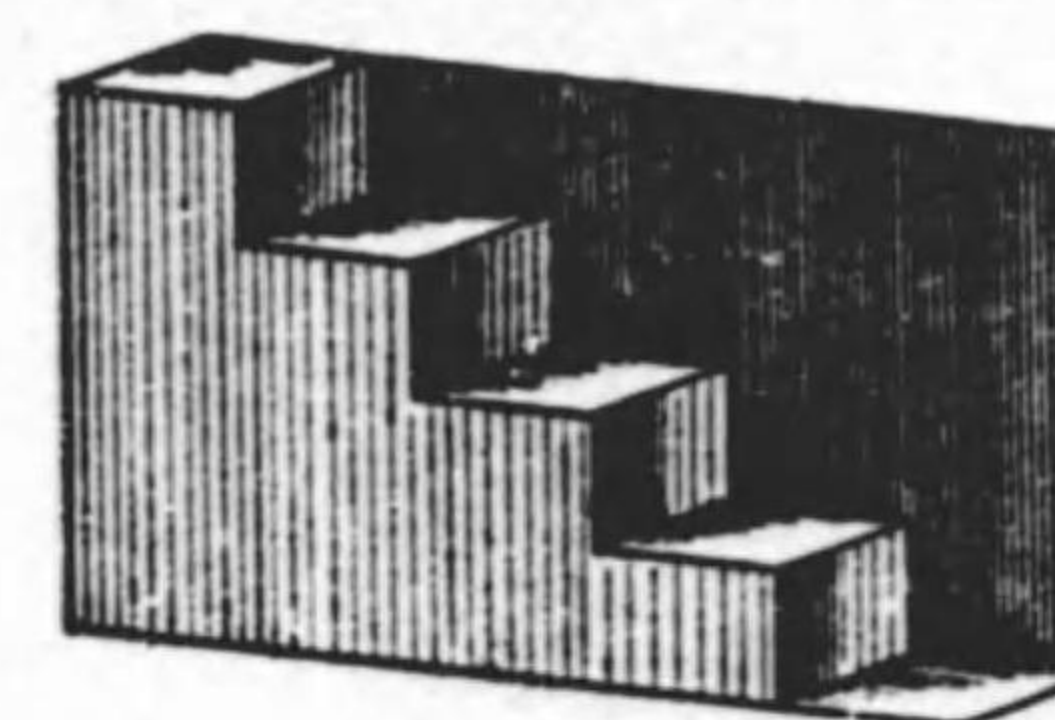
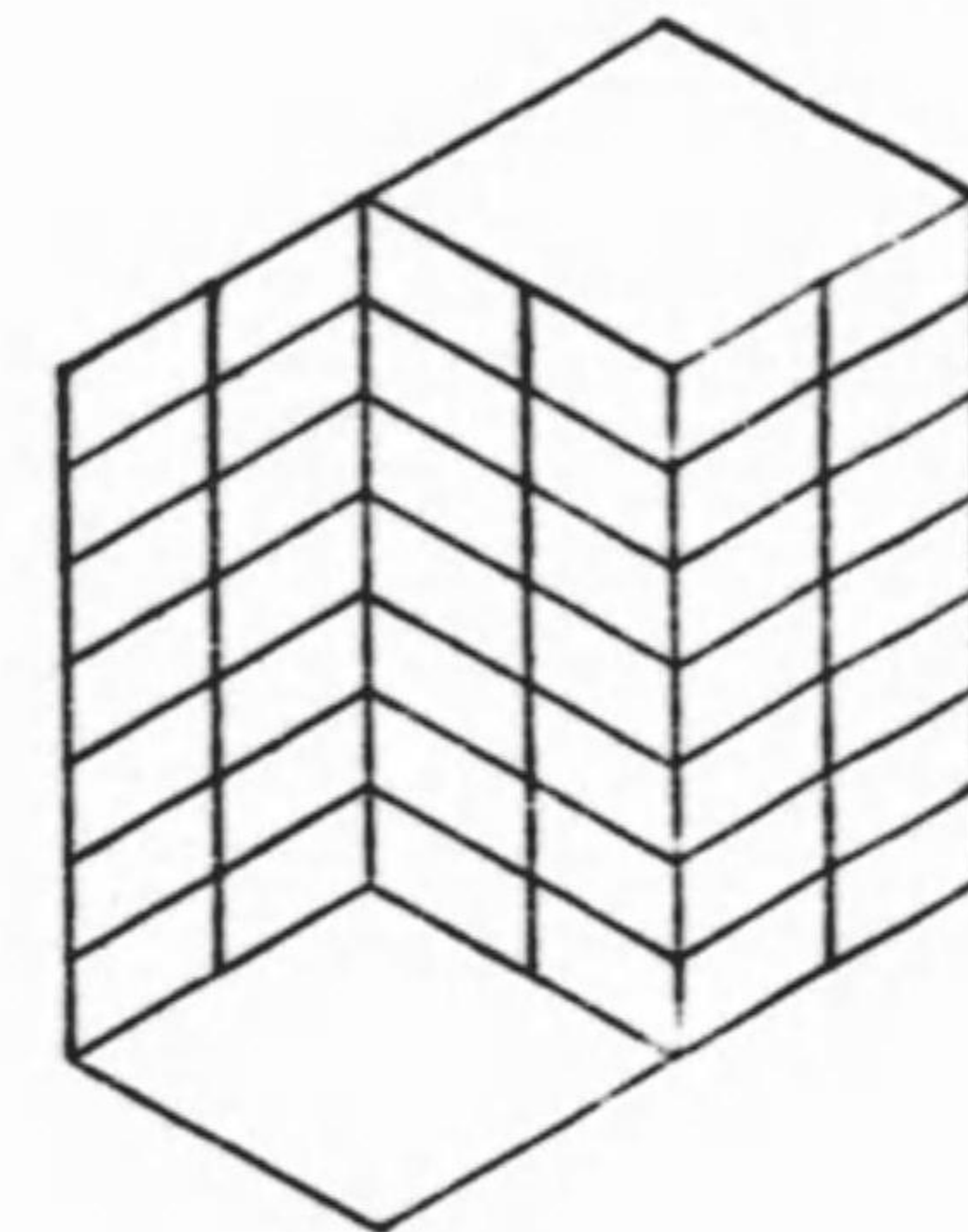
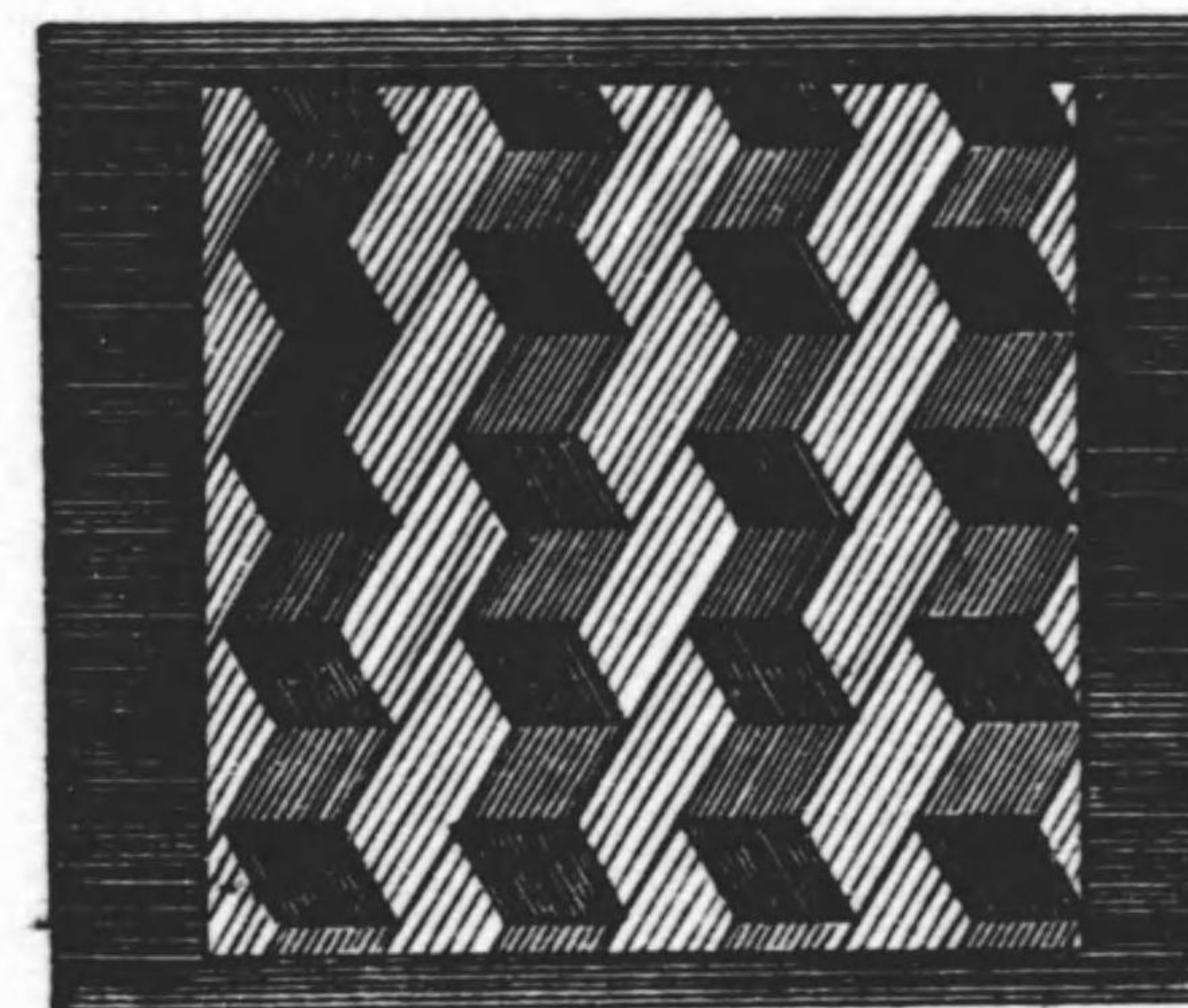
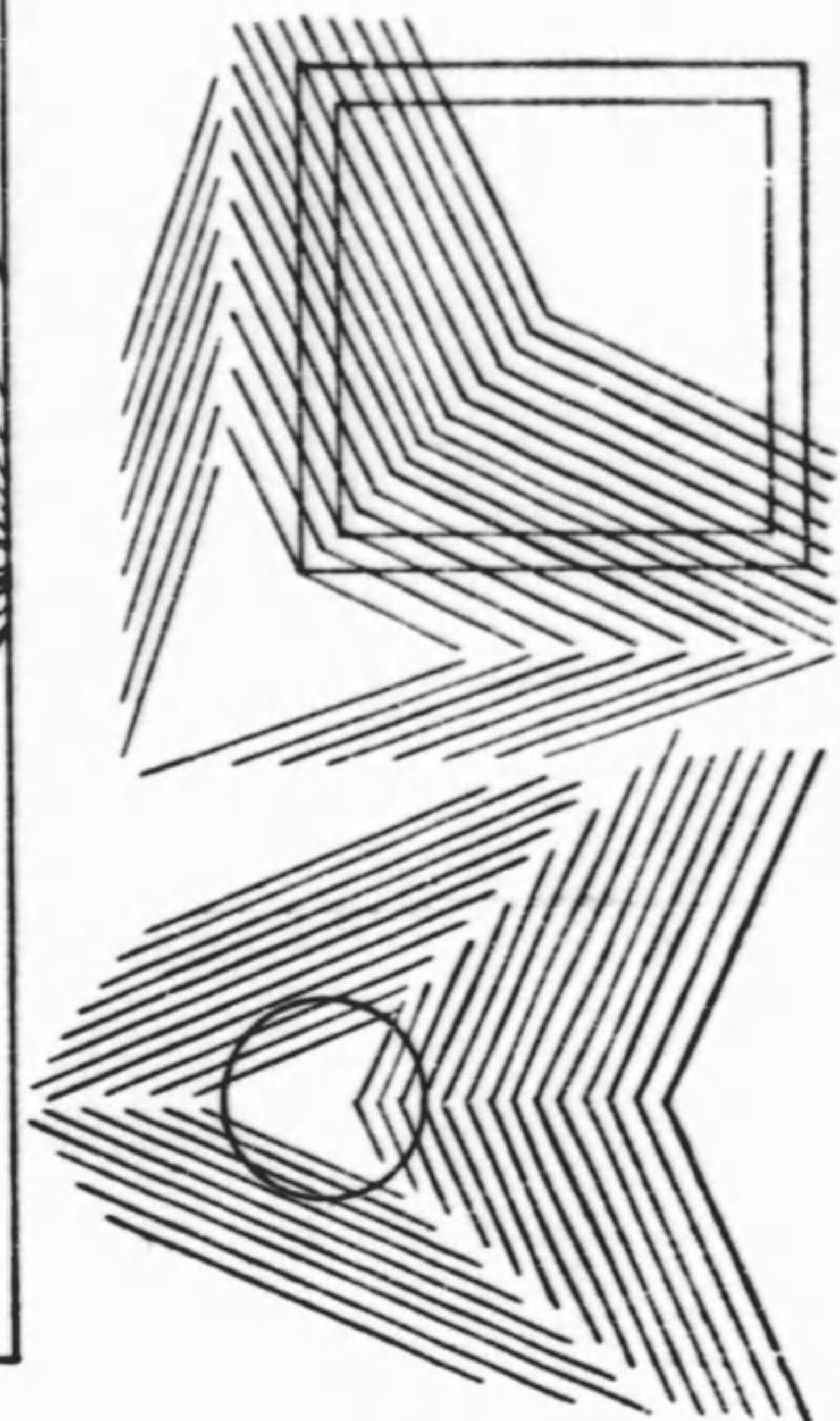
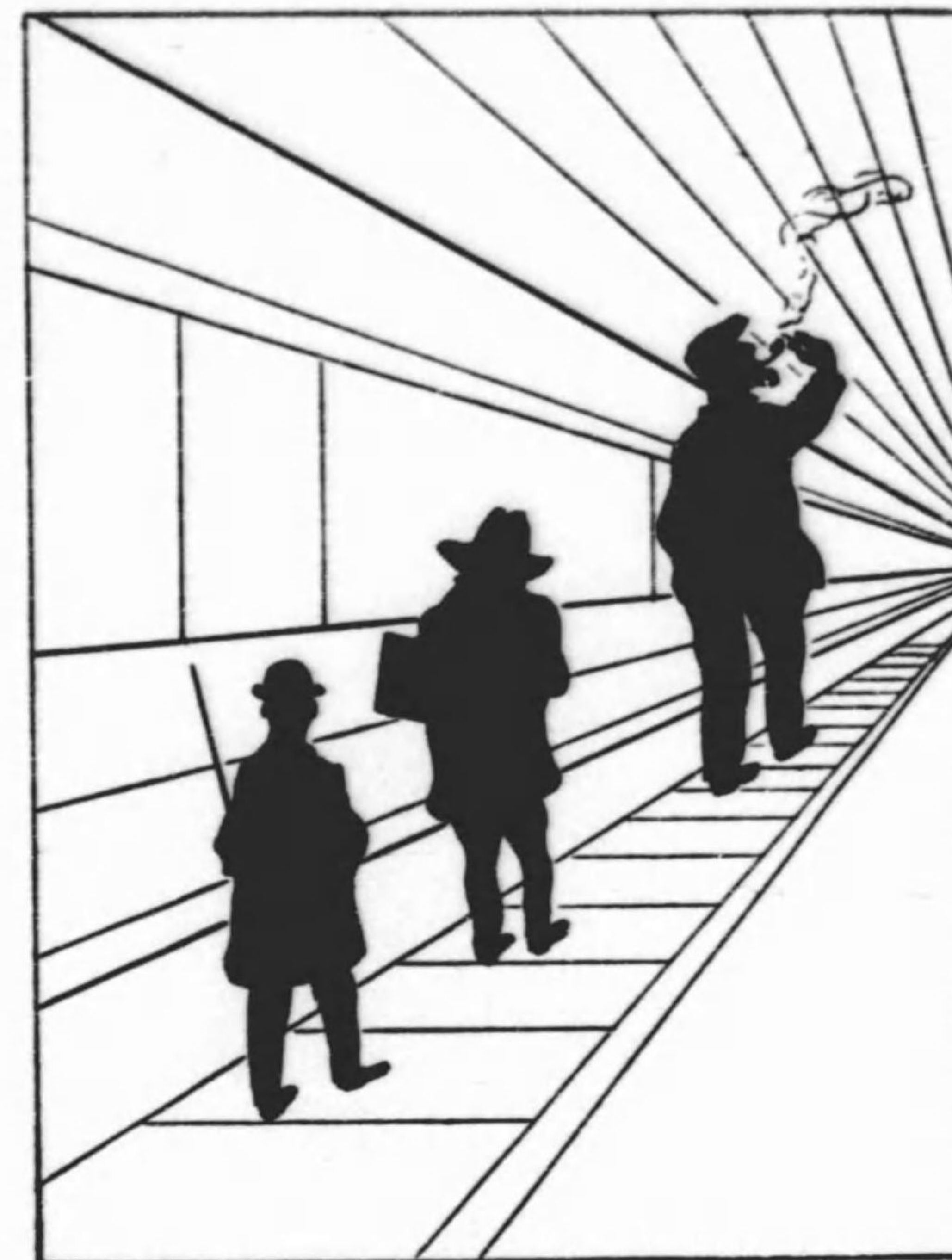
例 證

視角 $\alpha$	一物體の兩端の眼に張る角度	この大小で物體見かけの大きの定まる	太陽と月とが同大に見えるのはその視角が何れも30分なるため
光角 $\beta$	物體の一點が兩眼に張る角度	この大小で物體の遠近判定	一眼で徒歩競走を行ふときは足元が不安で進み難い

〔註〕 視角を又物體の兩端が水晶體の中心(光心)に於て張る角度と定義することかあります。

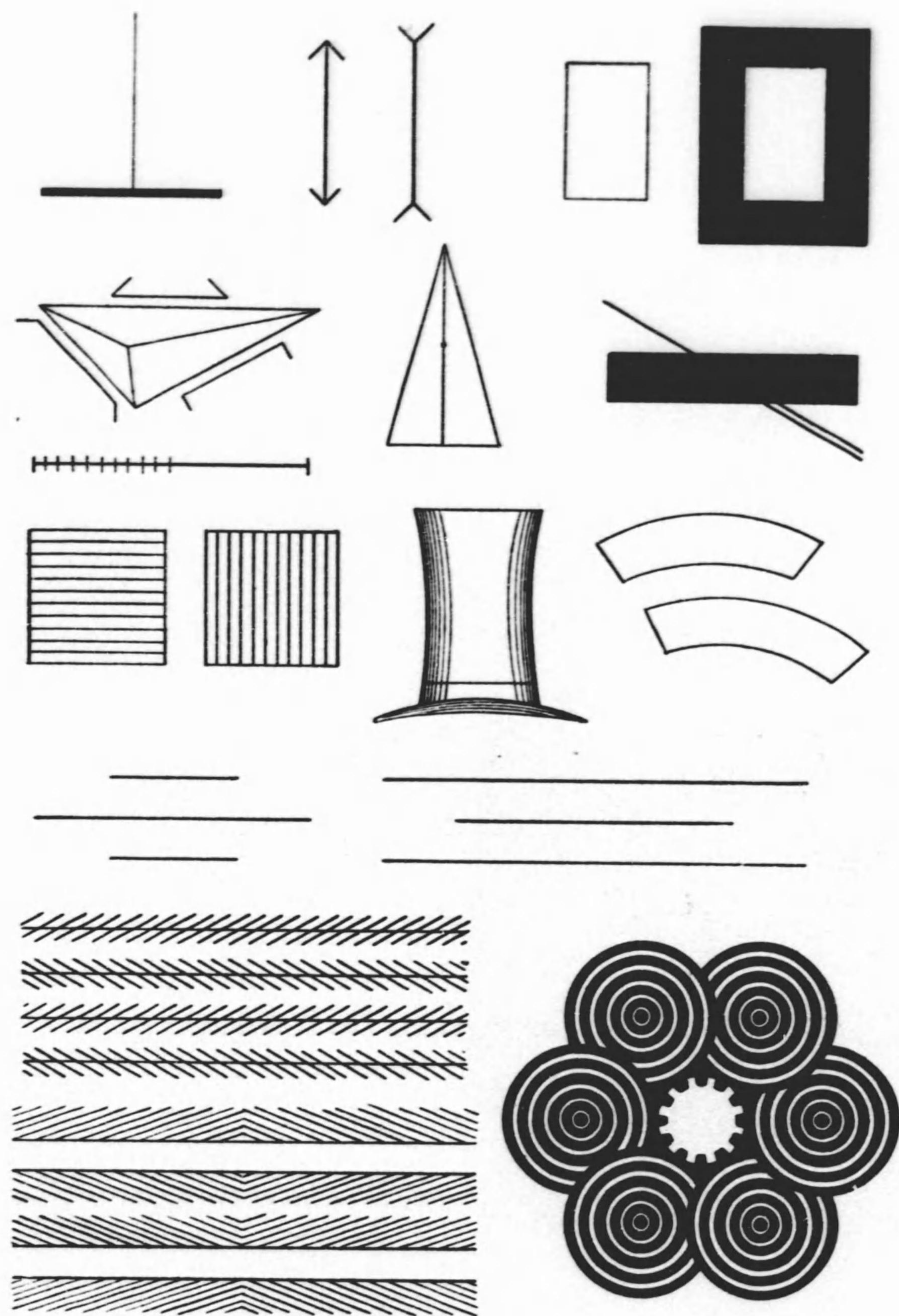


眼前の一點が水晶體の中心と黄點とを結ぶ直線上にあるときはその點は最



目の錯覺に因由する諸種の圖示

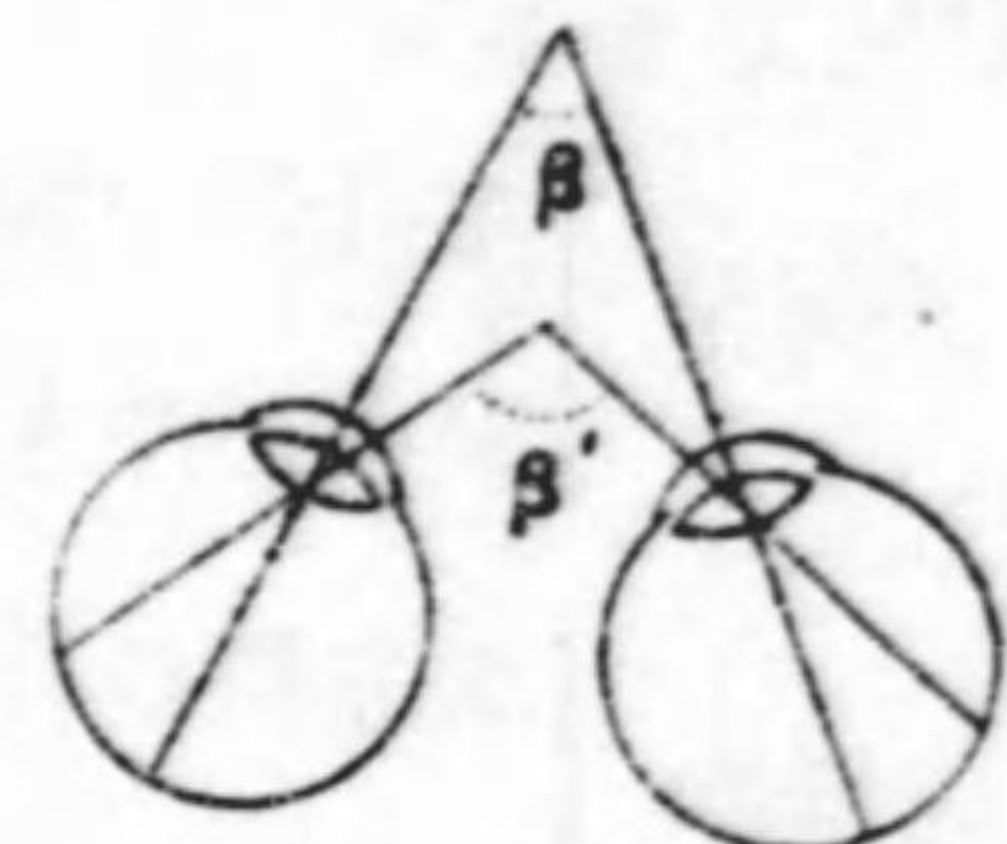




目の錯覚に因由する諸種の圖示

も明瞭に見えます。

この水晶體の中心と黄點とを結ぶ直線を視軸と申します。



眼前の一點で兩眼の視軸が相交はるとき、なす角をその點の光角といひます。光角は又以上の如く視軸により定義することができます。

實體鏡の實驗 により以上の次第を考察せしめます。

(II) 生徒の起し易い疑問の取扱。

(A) 日の出時、日没時に太陽の大きく見ゆること(月も同断)。日出のとき及び日没のときに日中よりも太陽は遠方にあり、視角小にして小さく見ゆべき筈なるに實際には甚だしく大きく見えます。之は全く心理的に説明すべきもので物理的的作用によるものではありません。

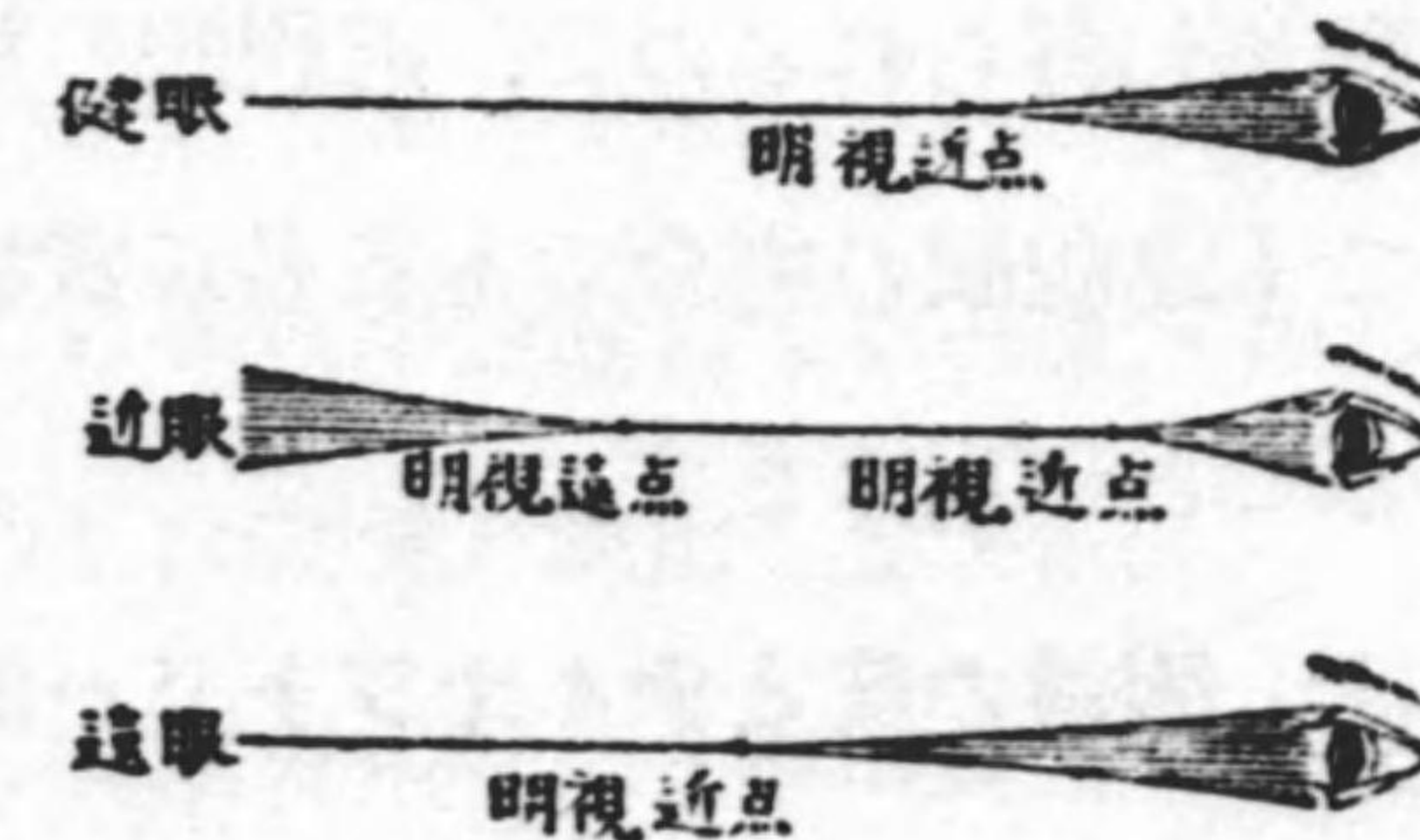
元良博士の説によると人は比較物を接近せしめることによつて、物體の大きさを異なつて見る心理作用あり、地平線に近い太陽、月なども地上の色々なものを比較物として接近せる状態で見られるため、大きく見えます。而しその視角を測ると日中と違ひません。それで小孔又は孔の小さい小圓筒等でのぞいて見ますと接近せる比較物との關係をはなれて見ることが出来ますから日中の太陽と同大に見えます。

(B) 眼が物體を倒視しない理由。物體の網膜上の像は倒立的なるに人が之を倒立的に感じないのは長年月の經驗で視覺と觸覺との互助的作用の習慣が出来てをるためであると説明する人が多くあります。

頁 頁  
108 116 眼鏡。

(I) 教授要項。

(A) 近視眼の二種及び遠視眼、老眼等の





説明。

近視眼 { 水晶體の彎曲度の過大なもの。  
 { 眼底が深きに失してをるもの。

遠視眼 { 水晶體の扁平に過ぎるもの。  
 { 眼底の浅きに失してをるもの。

老眼 眼の調節作用が衰へて、近い物を明視し得る程水晶體の彎曲度が増し得られないもの。

即ち特殊の遠視眼とも見られます。

(B) 眼鏡の作用。

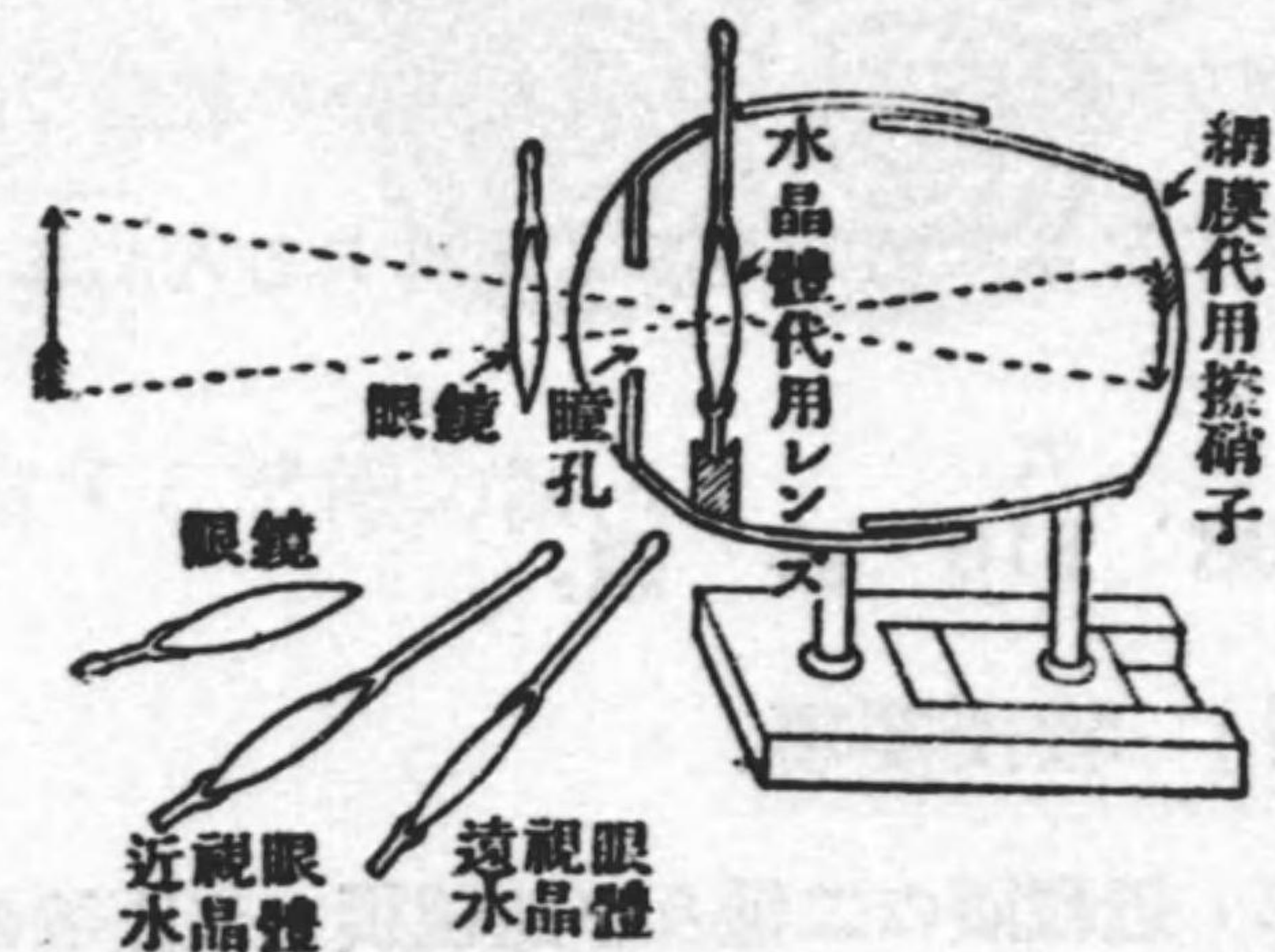
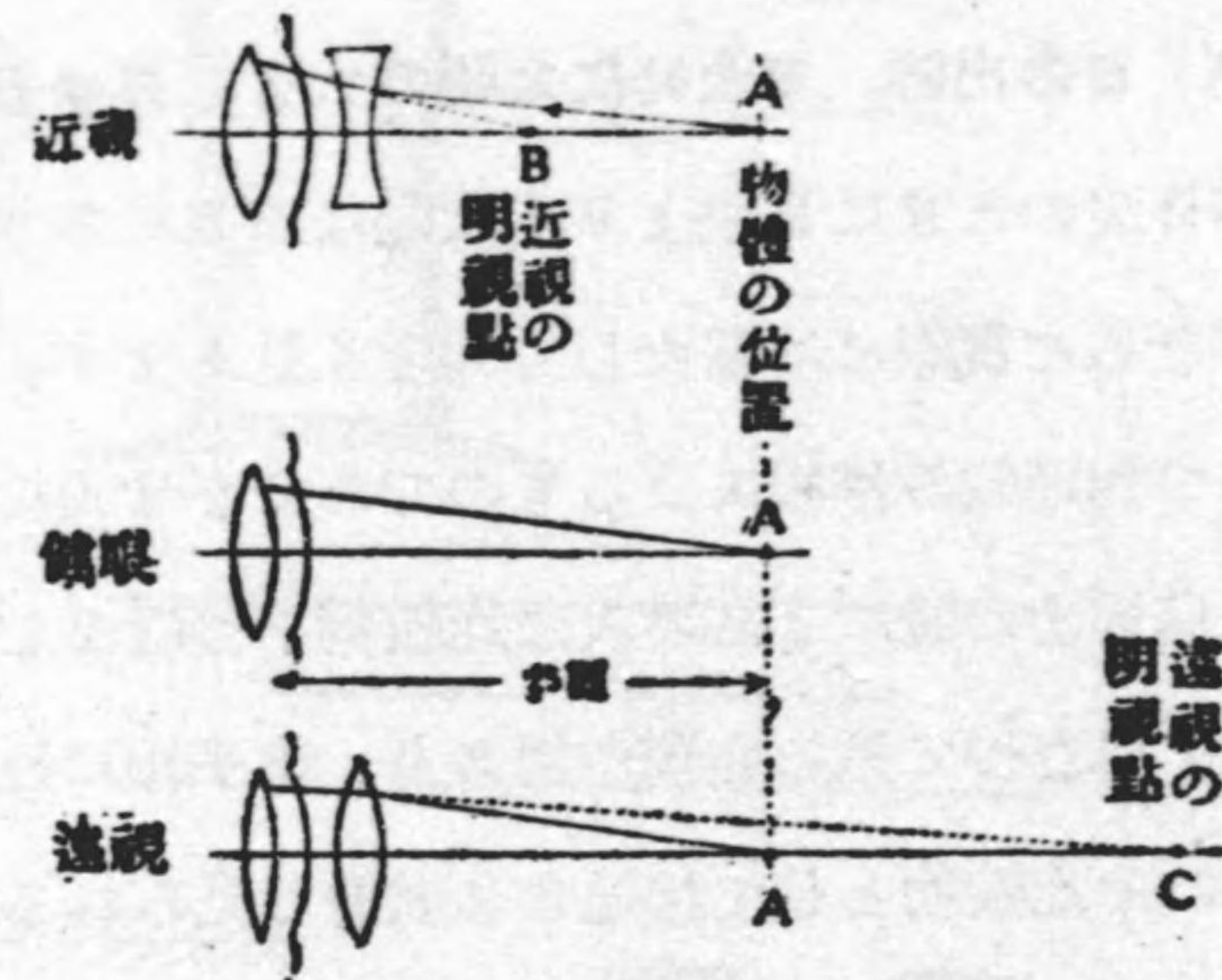
A 點は物體の位置で、之から眼までが健眼では25種になります。

B 點は近視の人の明視點で、之から眼までの距離がその人々の度で大小があります。

C 點は遠視の人の明視點で之から眼までの距離はその人々の度で大小があります。

(C) 眼及び眼鏡の作用の實驗。下圖に示す眼球映像實驗器によると水晶體が彎曲度の異なるもの扁平なるもの、等に自由に取換へられ又網膜が前後に動かし得られるので、近視眼の場合でも遠視眼の場合でも容易に實驗することが出来ます。

(D) 眼鏡の度とディオプトリー度



(舊式番號ともいふ)はそのレンズの焦點距離を吋で示した數。ディオプトリー (Dioptrie) (新式番號ともいふ)は眼鏡の焦點距離で1米を割つた數といつても亦眼鏡の焦點距離を米單位で示した數の逆數といつてもよいと思ひます。

換算法 1米=40吋 として換算すること。

(例) 20度の眼鏡はその焦點距離が20吋即ち50種で  $\frac{100}{50}$  デイオプトリー、即ち新式番號で2になります。

頁 節

109 117 幻燈と活動寫眞。

(I) 史實。映寫用の幻燈は1646年獨人キルヘルが發明しました。當時は之を Magic Lantern と呼び種々の方面に利用せられました。而し主として靜的のものばかりでありました。活動寫眞は1893年米人エチソンの發明であります。

(II) 教授要項。

(A) 幻燈器械の構造と各部の作用との説明。

- (1) 強い光源、集光凸レンズ、光源の後方に照返しのあることもある。
- (2) 以上で光を集めて原畫を極めて強く照らします。

よくこの原畫が集光凸レンズの焦點にあるとか、光源が集光凸レンズの焦點に位置してをるか記載してをる書籍がありますが、それは理論上からも實驗上からもよくありません。

集光レンズは平凸二個を右圖の如く併用します。

之は冷却の都合もよく熱による破損も少いからであります。



- (3) 映寫用レンズの焦點の少しく外方にこの畫板が位置してをりますから映寫用凸レンズは遠方の映寫膜に非常に廓大した實像を映出します。

畫板は透明であります何分非常に廓大して遠方に映出されるのでありま



すから非常に明かるいことが必要で、従つて強い光源や、照返しや、集光凸レンズが必要であります。

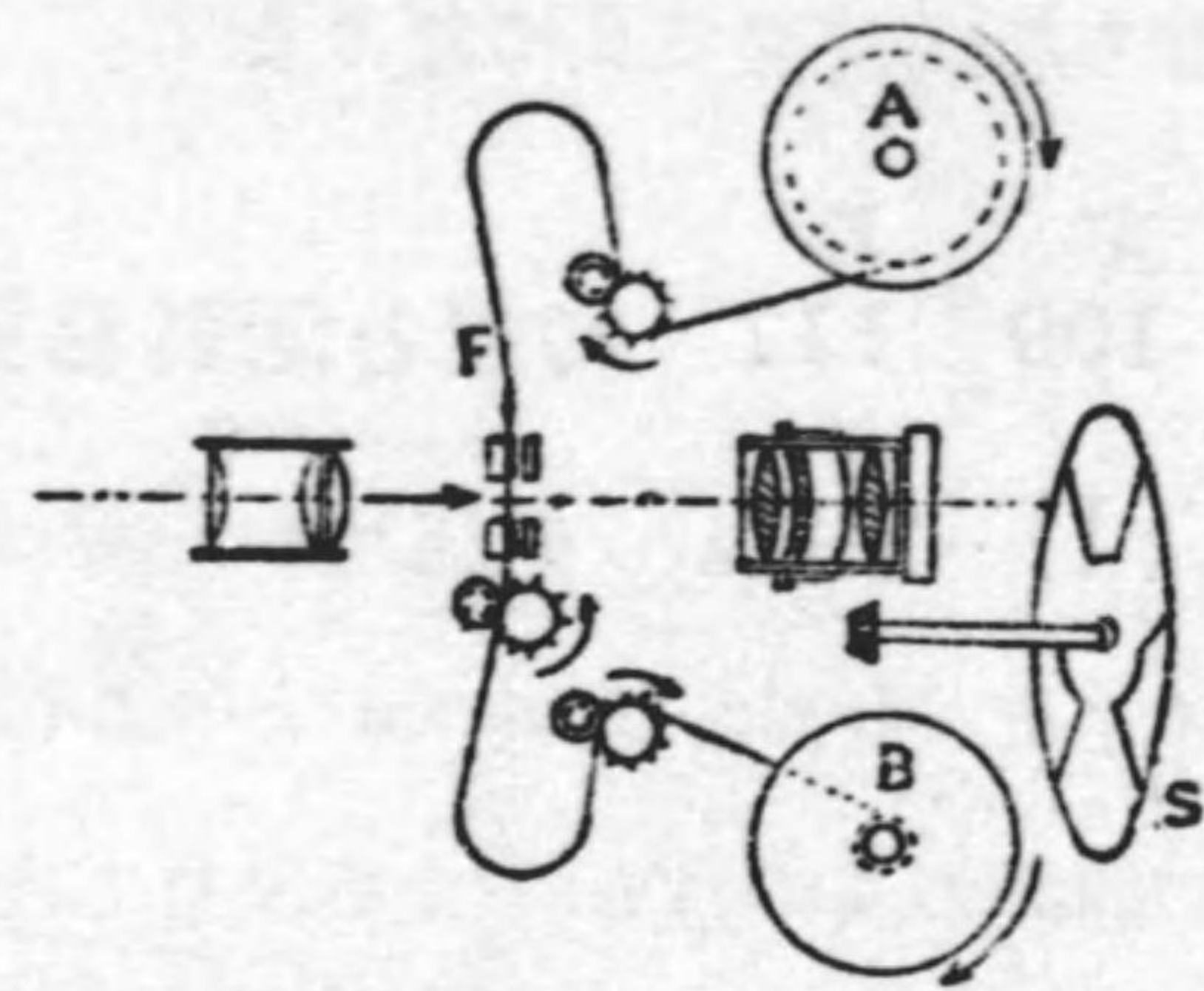
(B) 活動寫眞の説明。

(1) 光感の持続と殘像の説明。文明の程度で人種によりその時間を異にするさうでありますが $\frac{1}{6}$ 秒乃至 $\frac{1}{10}$ 秒間が光感の持続時間とされてをります。

(2) 活動寫眞の説明。遮光板共用の理を附説し、全系的關係を次圖を利用して知らしめます。

生物の運動に節(ふし)の出来る活動寫眞は一秒間に取換へる寫眞数が少いためであることを添加します。

活動寫眞は撮影よりも速かに映寫する場合と緩漫に映寫する場合とがあること、之により學術上有意義な研究も出来ることなどを附説するのも面白いと思ひます。



頁 節  
109 118 遠眼鏡。

教授要項。

(A) 物體を焦點距離以内に於て見る凸レンズの應用で、その正立虚像を明視の距離につくることを要件として教授を進めること。

(B) 構造は一個又は數個を組合して使用します。

凸レンズは組合はす程その焦點距離が小さくなつて倍率が増して來ます。

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \dots$$

(C) 倍率 =  $\frac{\text{(明視の距離に出来た虚像の大きさ)}}{\text{(實物を明視の距離に置いてその儘見る時の大きさ)}}$

之を纏で示した焦點距離に關係させて示す場合には通常  $1 + \frac{25}{f}$  で示しま

す。 倍率 =  $\frac{b}{a}$

而して  $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  なる故  $\frac{1}{a} = \frac{f+b}{fb}$

故に  $a = \frac{fb}{f+b}$

依つて倍率は  $\frac{b}{a} = \frac{b}{\frac{fb}{f+b}} = \frac{f+b}{f} = 1 + \frac{b}{f}$

この虚像を明視の距離に生ぜしめるときには  $b=25$  種なるを以て

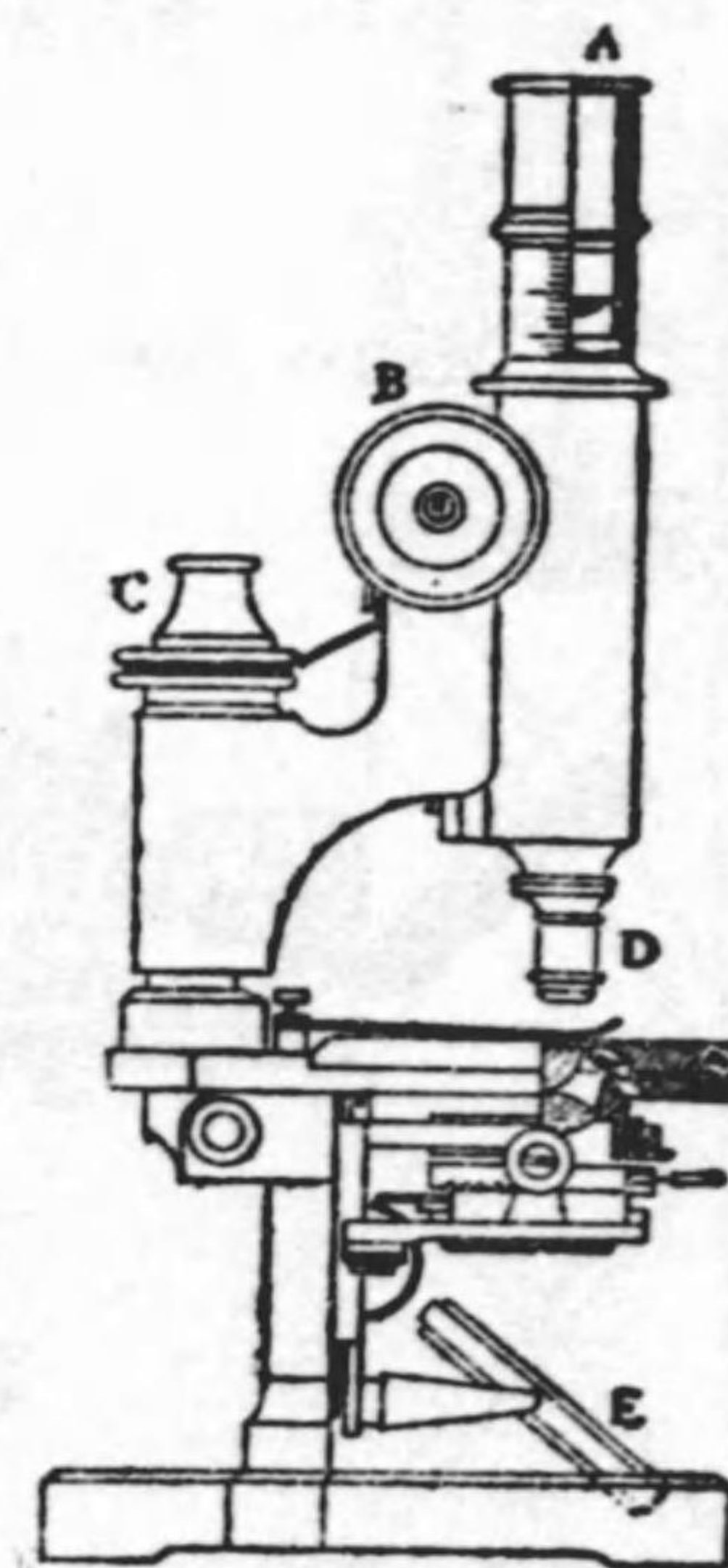
倍率 =  $1 + \frac{25}{f}$

頁 節  
110 119 顯微鏡。

(I) 教授要項。

(A) 要部と其の作用

對物レンズで微細物の廓大實像をつくる。  
對眼レンズでそれを更に廓大せる虚像として見る。  
廓大に伴ひ光が弱るから凹面鏡の照返して光を多く送り微細物を強く照らします。



右圖の如きものになると (B) にて大きく上下し

(C) にて小さく上下させます。

(B) 倍率 =  $\frac{\text{虚像} a'b'}{\text{實像} AB} = \frac{a'b'}{ab} \cdot \frac{ab}{AB}$

即ち兩レンズの倍率の相乗積に當ります。

顯微鏡の倍率の大なるものには數百倍より千數百

倍に達するものがある。最近獨人アツベの發明した顯微鏡は倍率が2000倍で現今使用せられてをるものの最高率を示してをります。

(II) 史實。 近視眼を補正する眼鏡として凹レンズを使用することは第



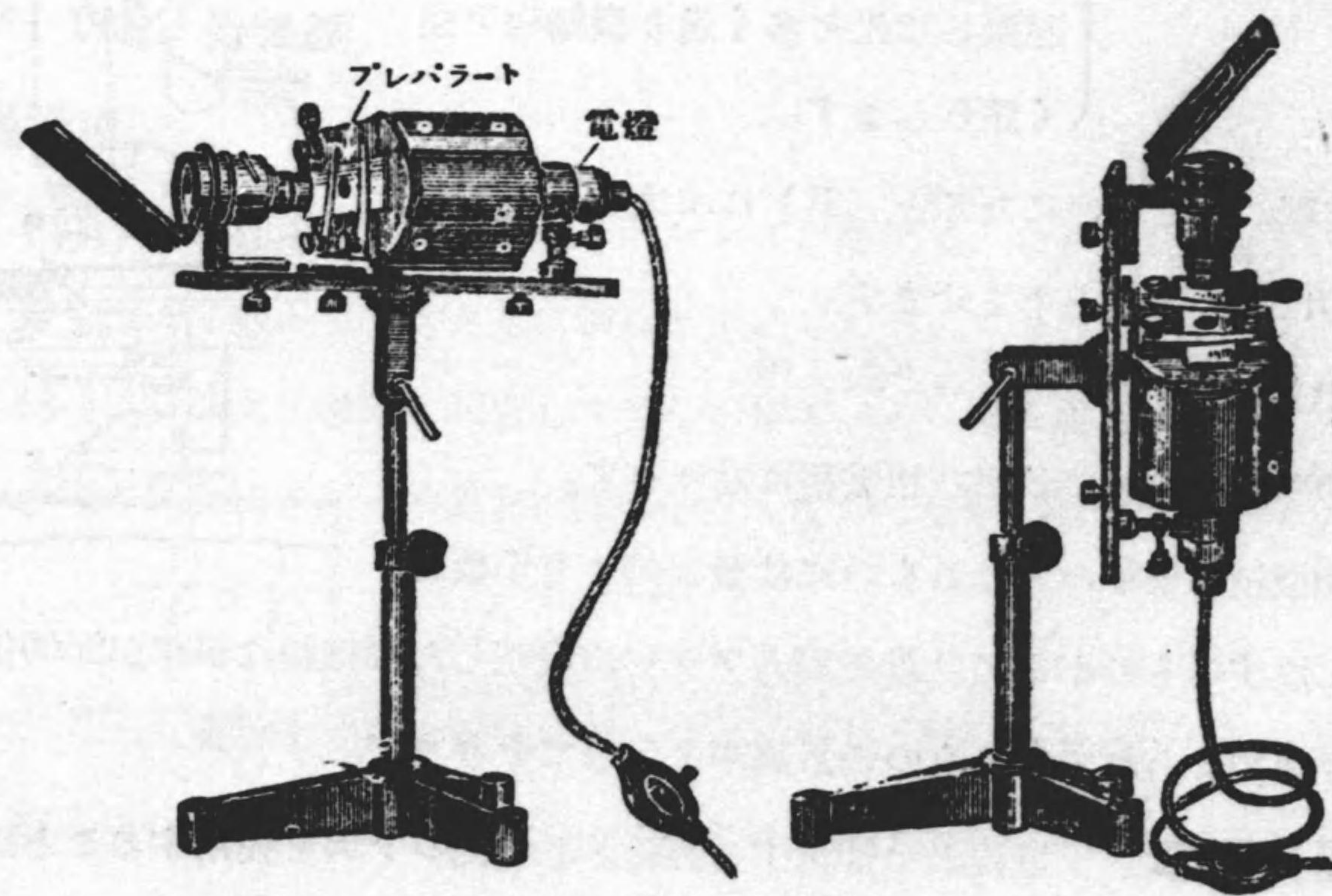
十六世紀から盛んになり、その中頃にはその製造を専業とする人すら出来て居た。

顕微鏡の發明者として有名なザンス父子（父を Hans Zanzs と呼び、子を Zacharis Zanzs といひます、普通子の方を顕微鏡の發明者としてをります）は和蘭のミッテルベルヒに居住して居た眼鏡製造業者でありました。

彼等は凸レンズで擴大した物體の實像を他の凸レンズに對置するときは、第二の凸レンズで更に廣大せられて見えることに氣付き、1590年3.5ツオールの焦點距離の凸レンズと3ツオールの焦點距離の凸レンズとを互に滑り動くやうに筒に嵌め一つの複顕微鏡を組立てました。このときには對物レンズの方に焦點距離の大なるものを用ひたとのことであります。

ザンス氏の製作した顕微鏡の一つは今猶保存せられて居て1876年にはロンドンの科學器械展覽會に、1891年にはベルギーのアントワーヘナーの展覽會に提出せられ、多くの觀覽者は何れもその偉業を讚美したとのことであります。

之を Microscope と云ふのはローマ法王の侍臣フアーベルがその作用に因



んで命名したものであります。

(II) 備考。實際使用せられてをる顕微鏡のレンズは何れも二個以上を組み合せたものであります。その原理の教授に於ては各一個づつの凸レンズとして取扱つてよいと思ひます。

又顕微鏡の對眼レンズを充分に引出して下から日光を入れると日光顕微鏡が出来ます。

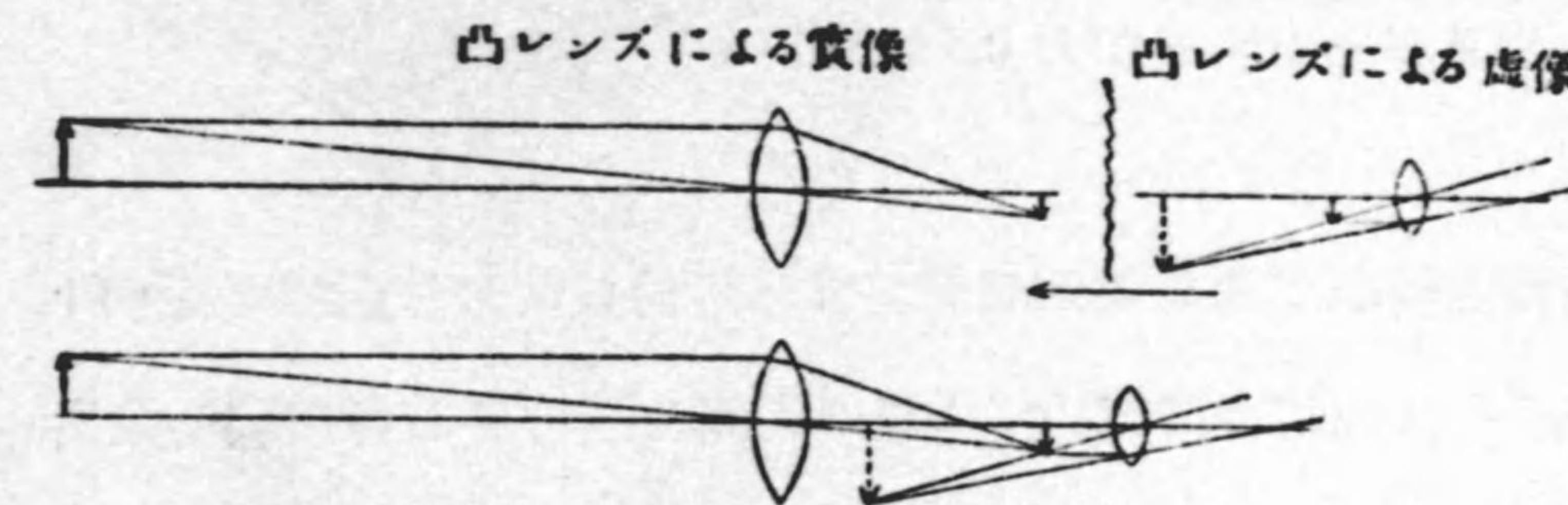
前圖の如く電燈で映出出来る輕便なものもあります。

### 頁 節 111 120 望遠鏡。

#### (I) 教授要項。

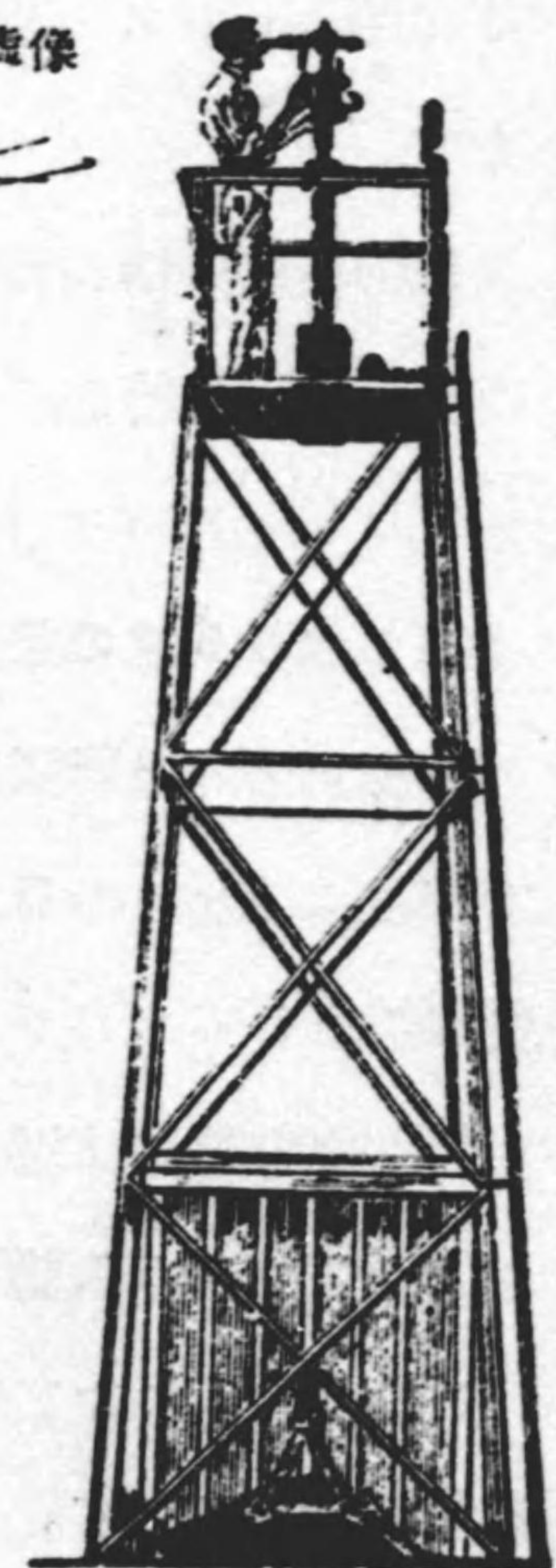
(A) 望遠鏡の構造の説明。

(B) 作用の説明。



對物レンズによる實像映出作用と、對眼レンズによる虚像作用との同時的連結として先づ一次の了解を得せしめたる後、二次的に遠方の物體より來る光が眼に入るまでの経路を統括的に推究せしめて眞の了解に導くこと。

(C) 倍率 の關係は取捨自在でよからうと思ひますがその意義は充分に明瞭ならしめて置く必要があります。



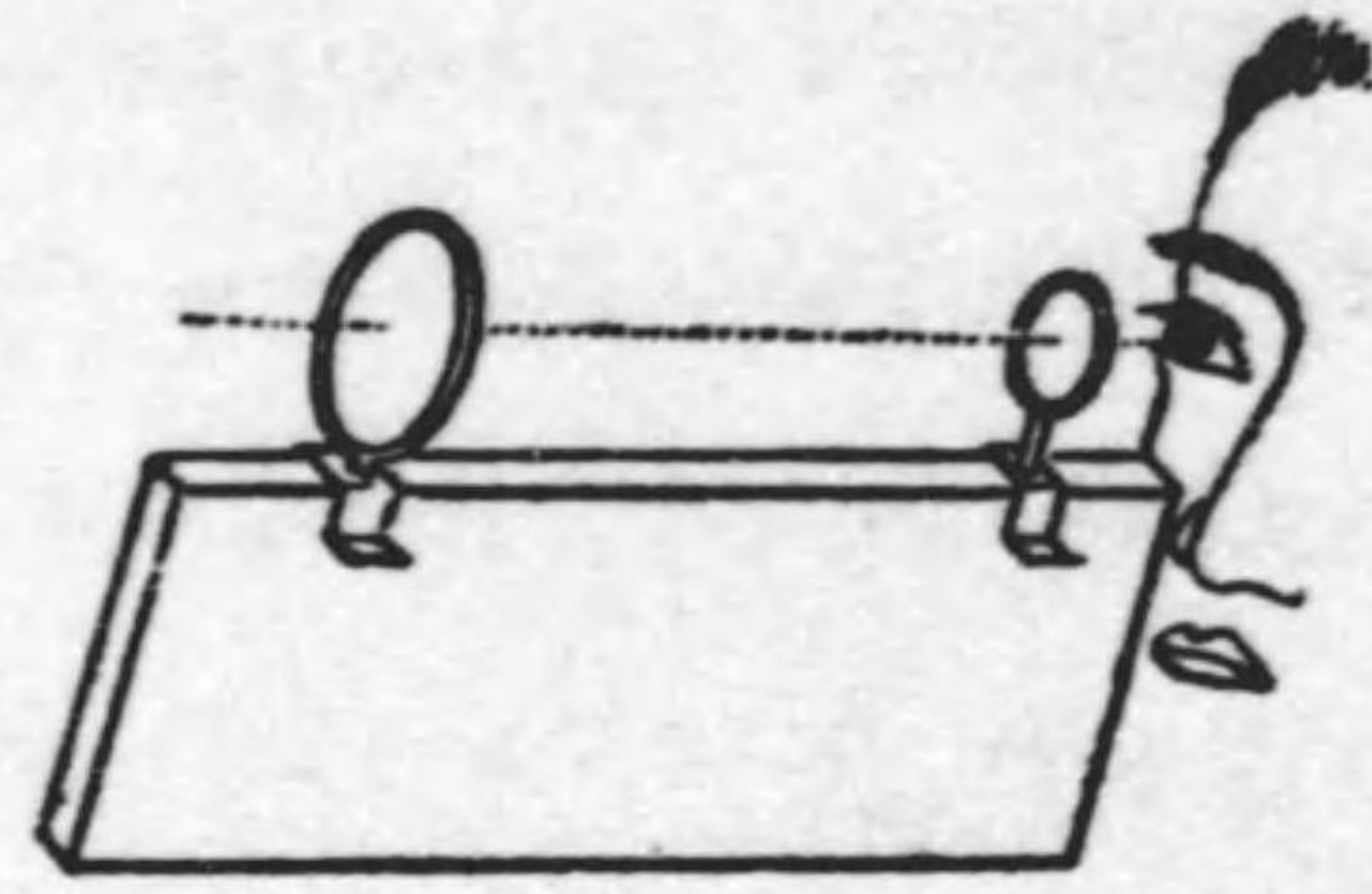


望遠鏡では對眼レンズによつて生ずる虚像の視角の大きさと、望遠鏡を用ひないときの物體の視角の大きさととの比でその倍率を表はします。

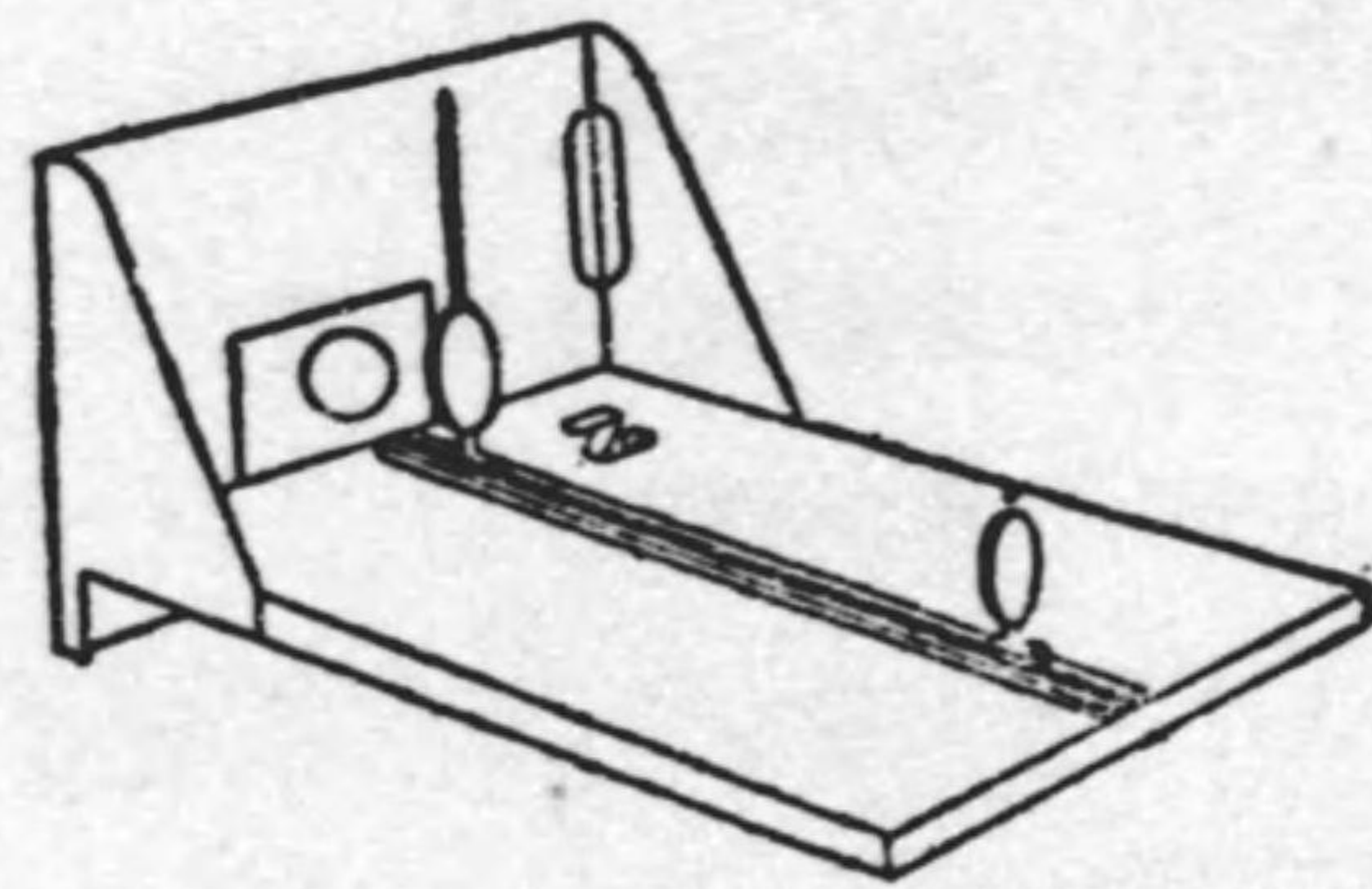
それが大要對物對眼兩レンズの焦點距離の比に當ります。

(D) 簡易な實驗。光學一切器を利用すると次圖の組立て之が簡易に實驗出來ます。

この際兩凸レンズの焦點距離は大要兩凸レンズの焦點距離の和とすればよろしいのであります。



(E) 史實。以上の如く凸レンズ二個を組み合せた望遠鏡は1590年にシモンマリウムによつて發明せられました。之を改良して天體觀測用として利用したのは和蘭人ハンス・リツパーシェーであります。



1609年には伊太利で例のガリレオが凹レンズを對眼レンズとしたガリレオの望遠鏡を發明し、それを用ひて1610年木星の周圍を運行する月四個を見出しました。

(F) ガリレオの望遠鏡の構造、作用、特徴を教授します。

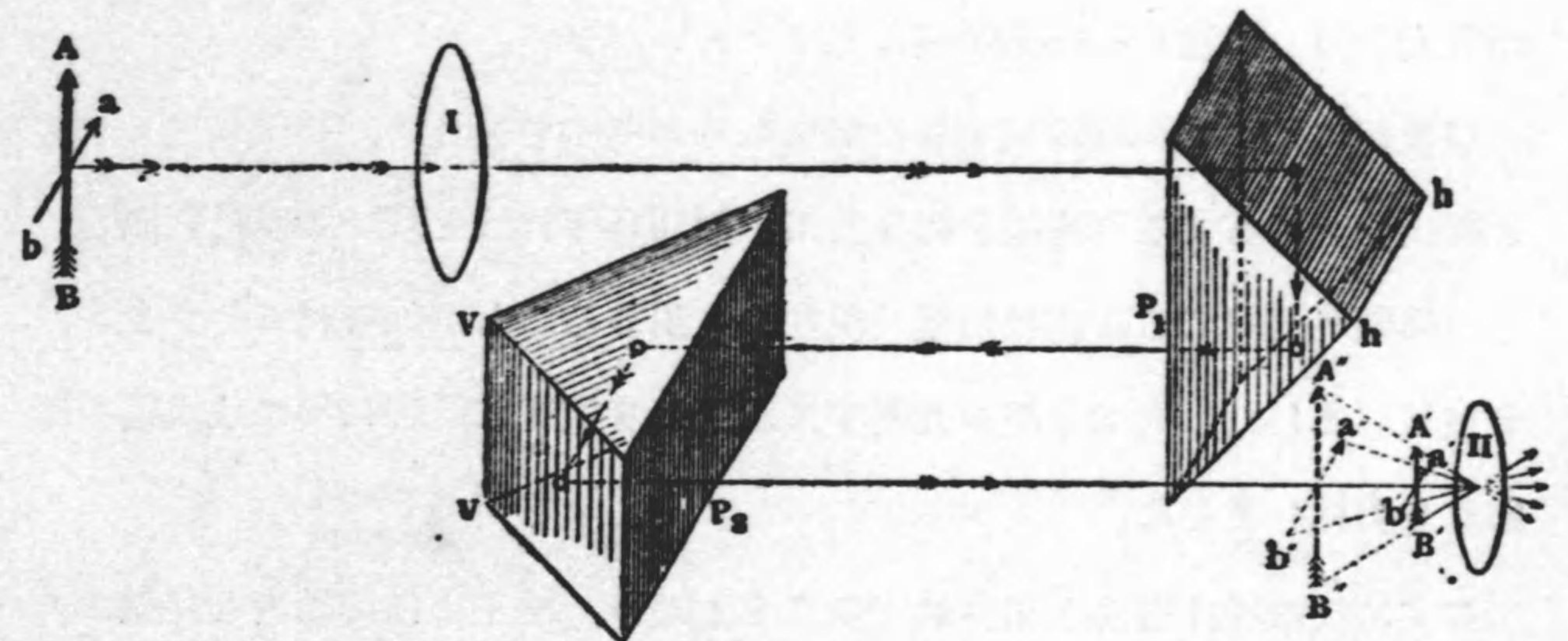
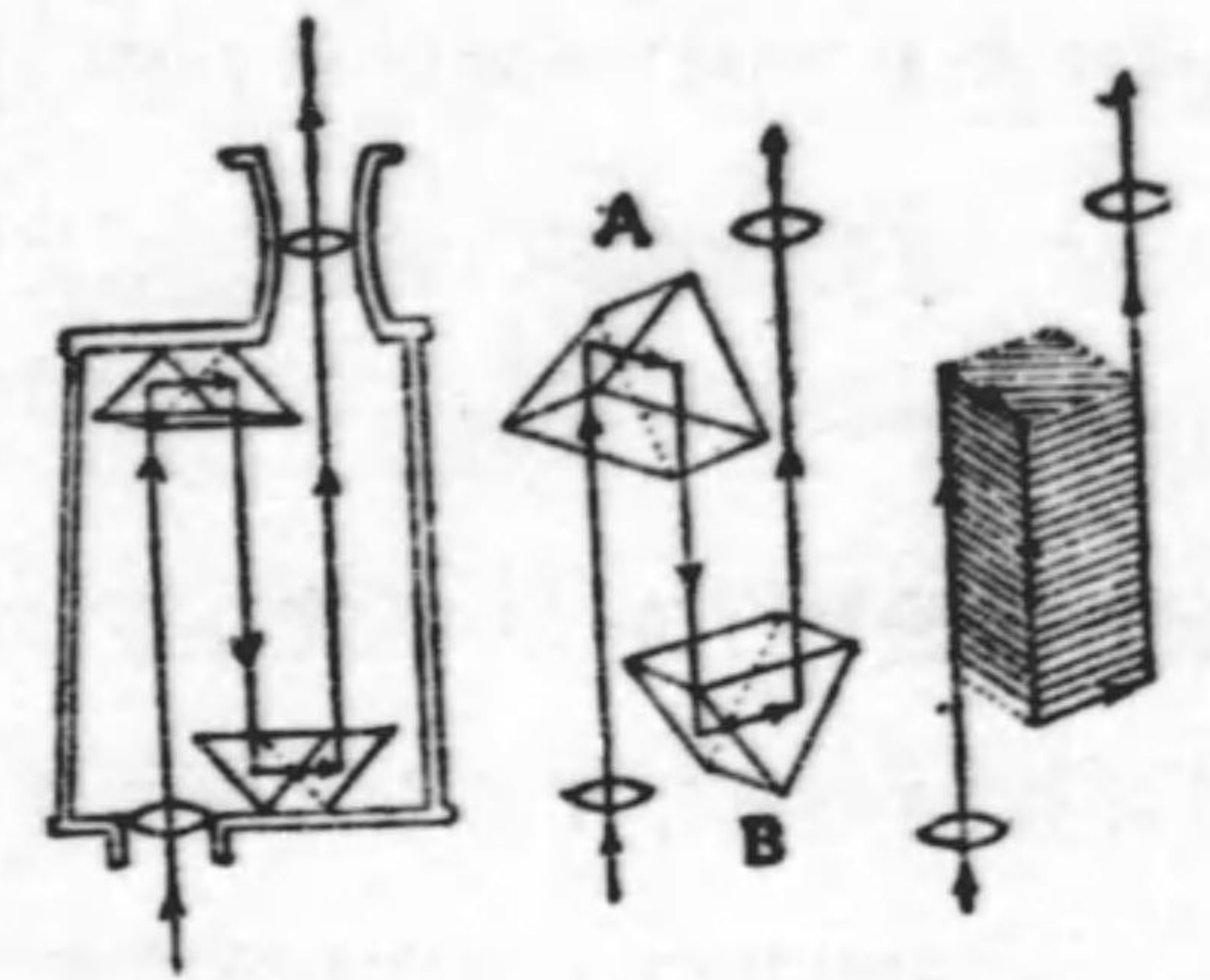
對物レンズと對眼凹レンズとの距離が短小(大要兩レンズの焦點距離の差)で携帯に便なるのみならず正立する虚像を認め得られる特徴がありますので雙眼鏡としてオペラ用等に利用せられます。

然しその倍率は近々數倍を超えません。

(G) プリズム入雙眼鏡の構造、作用、特徴を教授します。

この内に入れた二個の全反射プリズムの置き方は單なる圖示では解明せしめ難いと思ひます。

右圖の如き圖示にすると正立像を見得ることを比較的容易に理解せしめられます。即ち對物レンズによりて出來る倒像はAプリズムにて上下の位置を顛倒し、Bプリズムにて左右の位置を顛倒せられて正立します。それを對眼レンズで廣大虚像として見る譯であります。



特徴。短筒で携帯に便し、正立像が認められ、而も非常に明瞭で且つ視界廣く、その倍率も10倍以上にすることが出來ます。

(H) ガリレオの人物とその偉業。實驗科學の創始者として有名なガリレオ (Galileo, Galilei) (1564—1642) は1564年2月15日伊太利のピザに生れました。父は彼を醫家たらしめんとして1581年ピザ大學に入らしめましたが、幾何學、物理學の研究に熱中してその方に學を轉じ、該方面で急速な進歩を見ました。

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ました。(教科書77頁の別圖参照)

1588年には固體の重心に關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。その在職は僅々二ケ年であつたが、實驗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ました。又斜塔上から空實二鐵球を落して有名なる落體の實驗を行ひ、外抵抗の等しいときには落體はその質量の影響を受けず等しい速さで落下するものなることを示しました。

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ひます。

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み立て、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ります）を發見しました。次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ました。

こゝ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1622年慧星に關する論文を發表して世の賞讃を博するや、法王ウルバン8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、且つ大いに優遇しました。依つて氏は自説の許容さるべきを豫想し、喜んで筆を採り、その50年間の大研究を「トレミー並びにコペルニカス説についての問答」として發表（1632年）し、全歐の諸學者の賞讃を受けました。

後寒暖計及び振子應用の時計等を發明しましたが、1636年不幸にして明失し、その研究の自由を缺ぐに至つた。而し天文學、物理學の攻究に専心し、且つ子弟の教養につとめ、その臨終までヴィヅヱアニ、トリセリー等の高弟を指導しました。

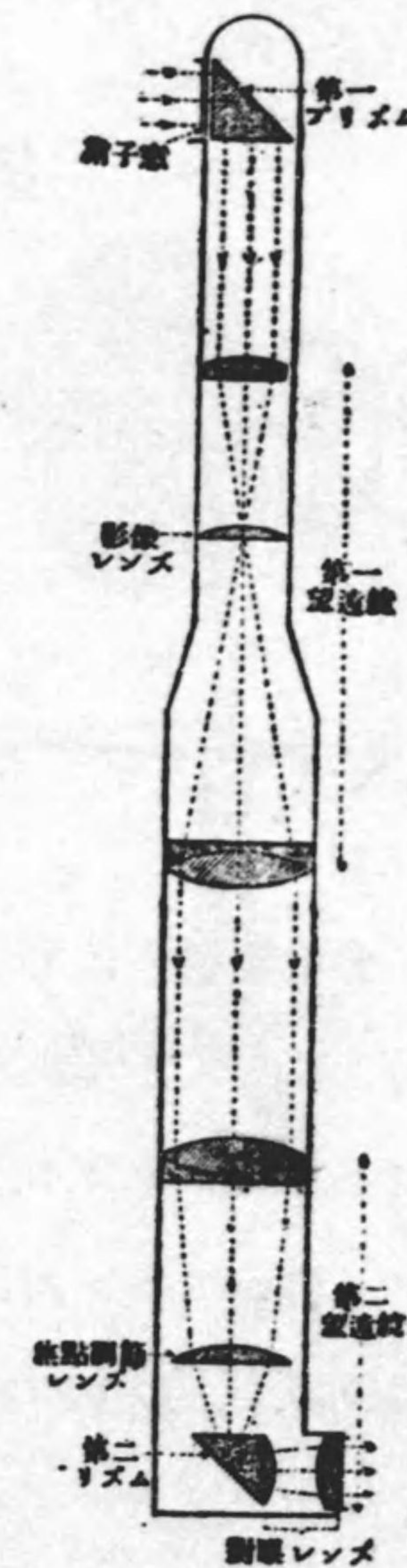
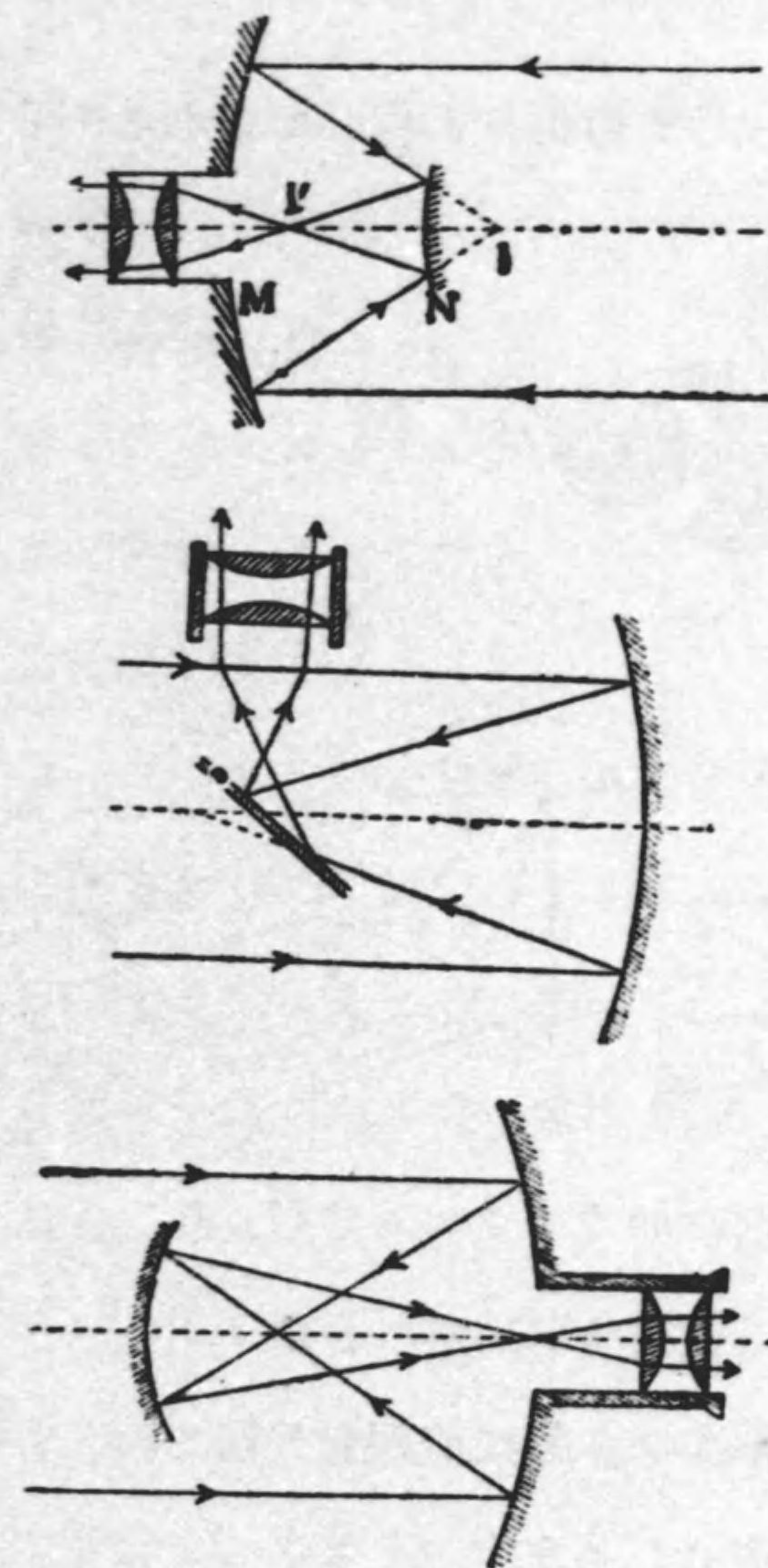
フローレンスなるガリレイ記念館には氏の最後の教養として有名なる衝突

の理についてトリセリーを指導しつゝある扁額が（教科書77頁の別圖参照）掲げられてあるといひます。

(I) 反射望遠鏡 屈折望遠鏡の對物レンズの代りに反射鏡を用ひてをる望遠鏡で、それで先づ遠方のものの小實像を結ばせるやうにし、その實像を結ぶ直前に於て全反射プリズム又は平面鏡、凸面鏡などでそれを屈折又は反射させ、對眼レンズで見て大虚像を認めるやうな構造になつてをります。

この小實像を對眼レンズに向はさせる方法に於て各種の種類があります。

左圖はその二、三を示したものであります。



(J) 潛望鏡。

(a) 潛望鏡の要部各部の作用につき復習整理。

(b) プリズム、全反射プリズムの形態作用につき



同上。

(c) 對物、對眼レンズと全反射プリズムとの組合せで潛望鏡の構造せられる次第の説明。

この組合せには前圖の如く全反射プリズムP<sub>1</sub>を第一次對物的位置に設置するものと、對物レンズの次に第二次的に置くものとがあります。

丈の長いものは前圖の如く第一次的に對物してをります。

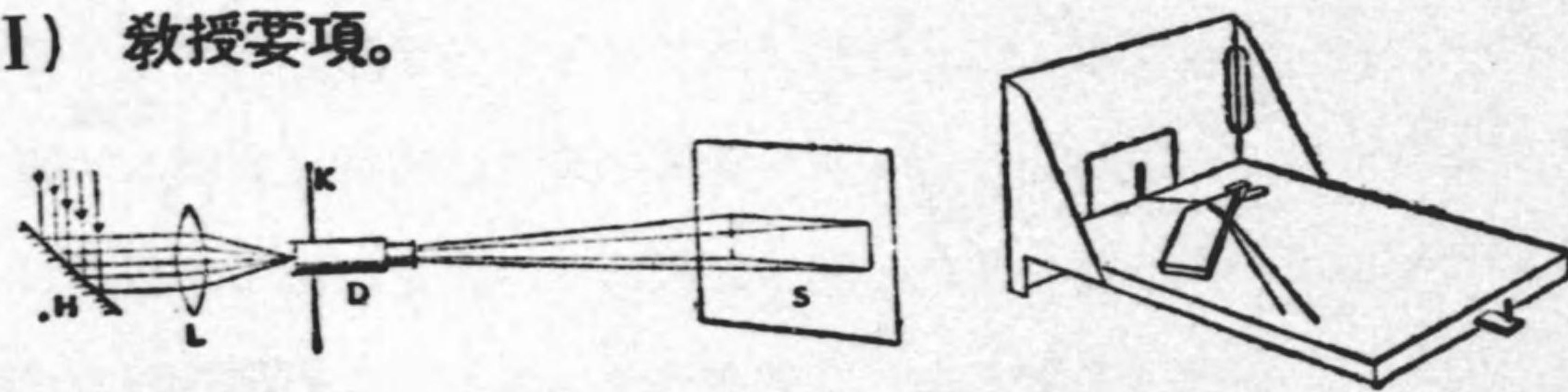
潛水艦などでは之が重要な使命を果すもので、その構造、取扱ひ方が巧妙に出来てをります。

その多くは潛望鏡的位置に於て上部だけを自由に廻轉し得られるやうにしてをります。

### 第五章 光の分散

頁 節  
113 121 光の分散。

#### (I) 教授要項。

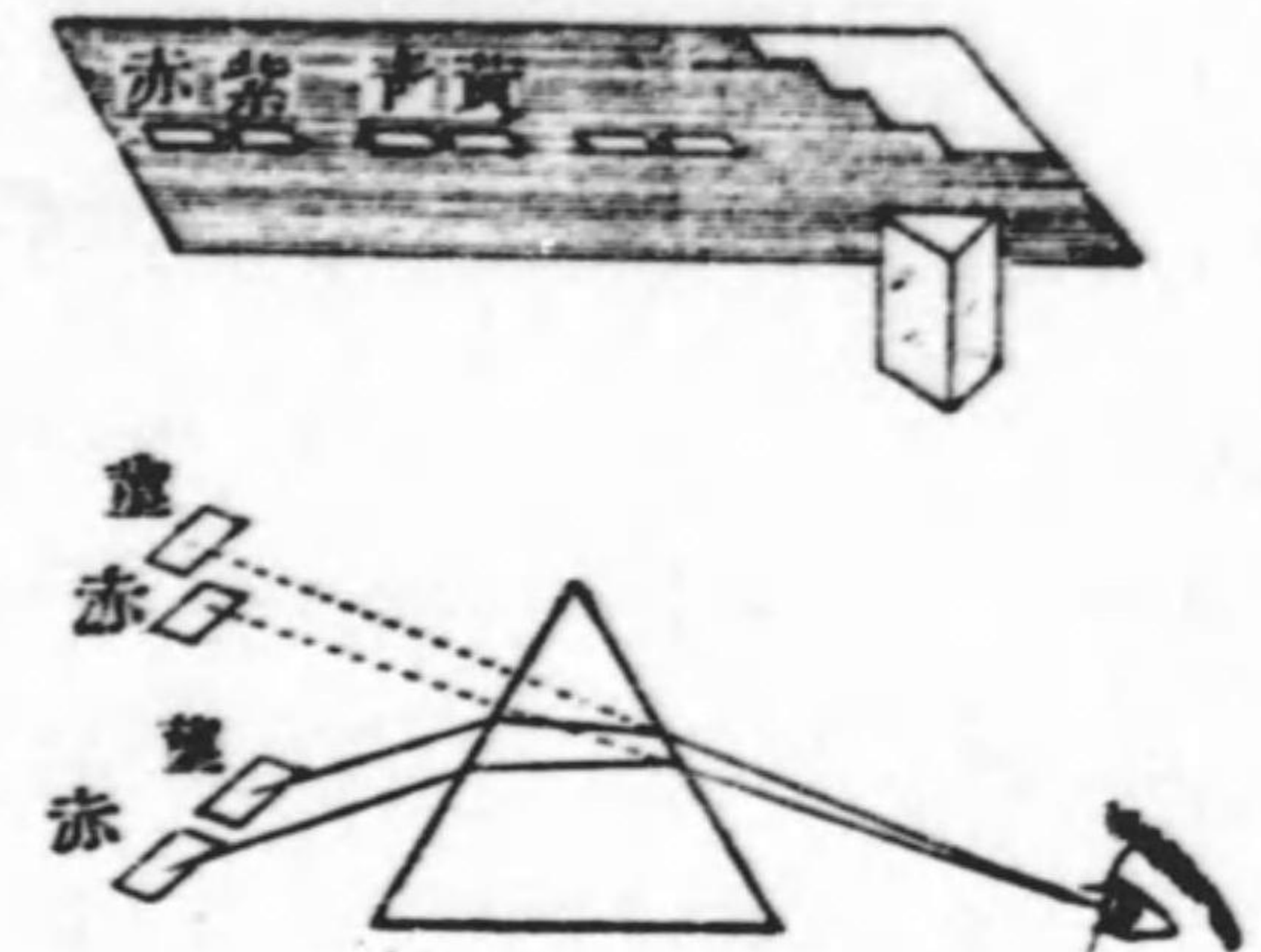


(A) 分散實驗。日光の分散、教科書の如くプリズムで行ふか、上圖の如く直視分光器で大きく映出すること。

Hはヘリオスタット、Lは大なるレンズ、Dは直視分光器で、その細隙をなるべく開いてレンズLの焦點に位置せしめます。

Sは衝立で、以上の如くしますとこの上に一米以上の大スペクトルが出来ます。フラウンホーフェル線などもこの上に顯はし同時に觀察せしめることが出来ます。Kは遮光板であります。

(B) 以上の實驗の理由の説明。日光中には屈折率の異なる種々の色光を含むこと、それが各フレの角を異にして屈折するためこの現象を顯すこと。赤と堇との屈折率の異なることは黒紙に堇色紙片と赤色紙片とを貼布し圖の如くして見ると堇の方が赤よりも上に上つて見えることから判定出来ます。



(C) 光の分散及びスペクトルの意義を説明すること。

(D) 複光、單色光、白色光の意義を説明すること。

(E) 餘色、原色の説明。

(F) 檢證實驗。スペクトル

の示す各色光を集合せしめて白光とする實驗によりて以上の諸項を檢證します。

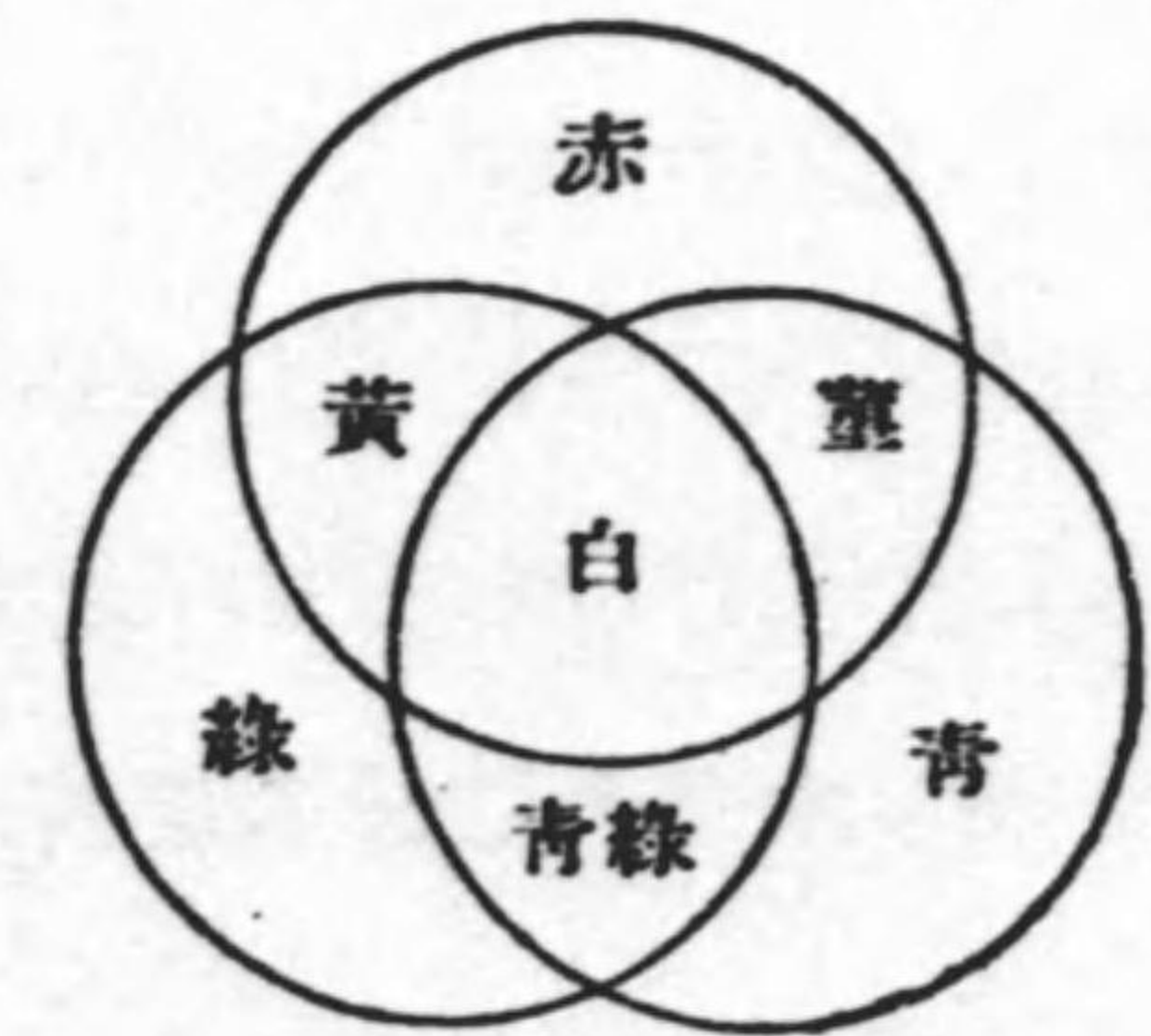
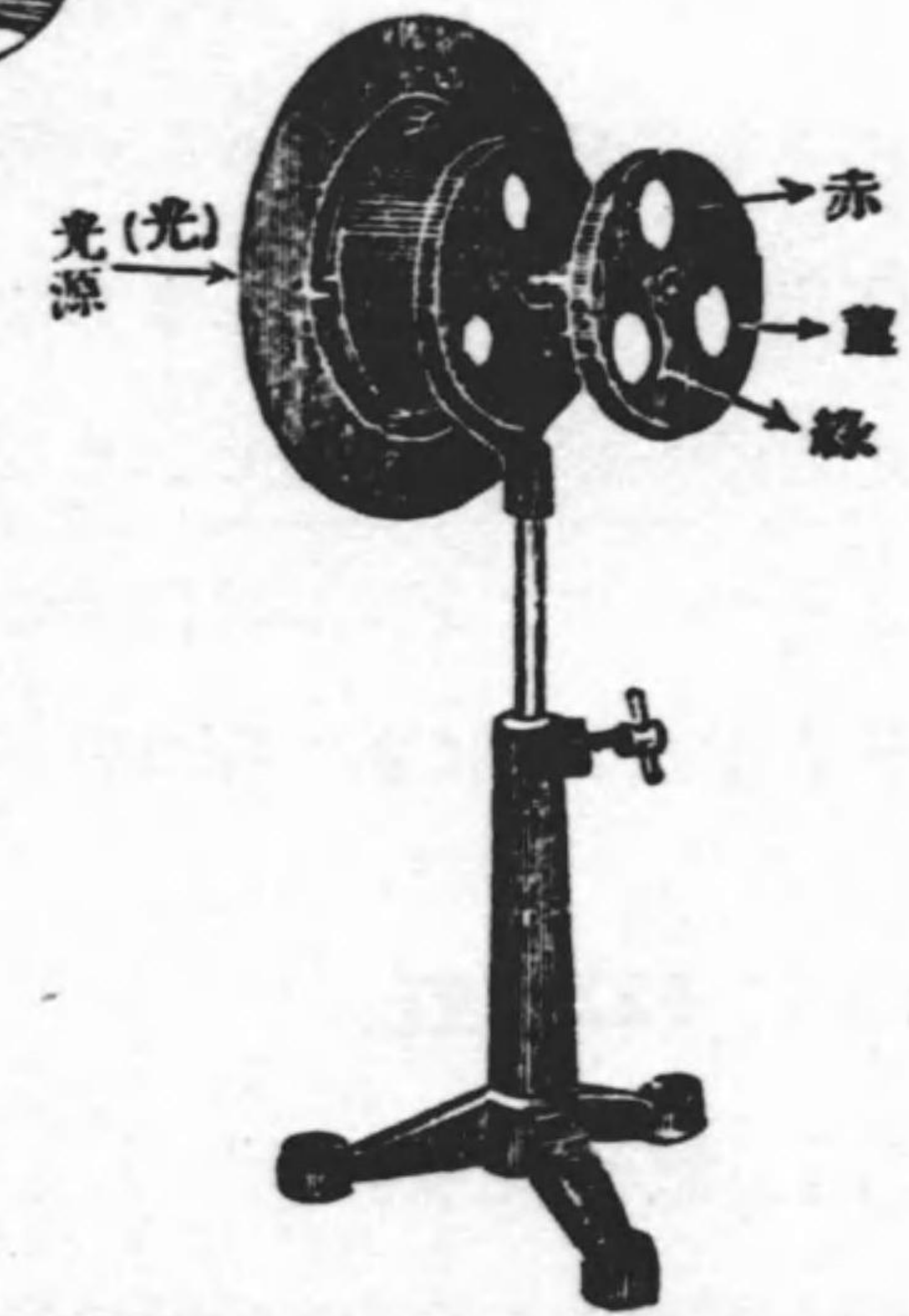


(1) 第一プリズムで分散せしめた光を第一に對して倒立せしめた第二のプリズムを通過せしめて白光とすること。

(2) 分散光を凸レンズで一點に集めること。

(3) ニュートンの七色板又は前圖の如き七色獨樂の廻轉、互に餘色をなすものを組合せて同様に廻轉せしめます。

(4) 圖のやうな原色混和装置により三原色に當る光を出し暗室内の遠方の衝立に混色投影せしめると右圖の如くその相重なつた部分に混合三色の重な





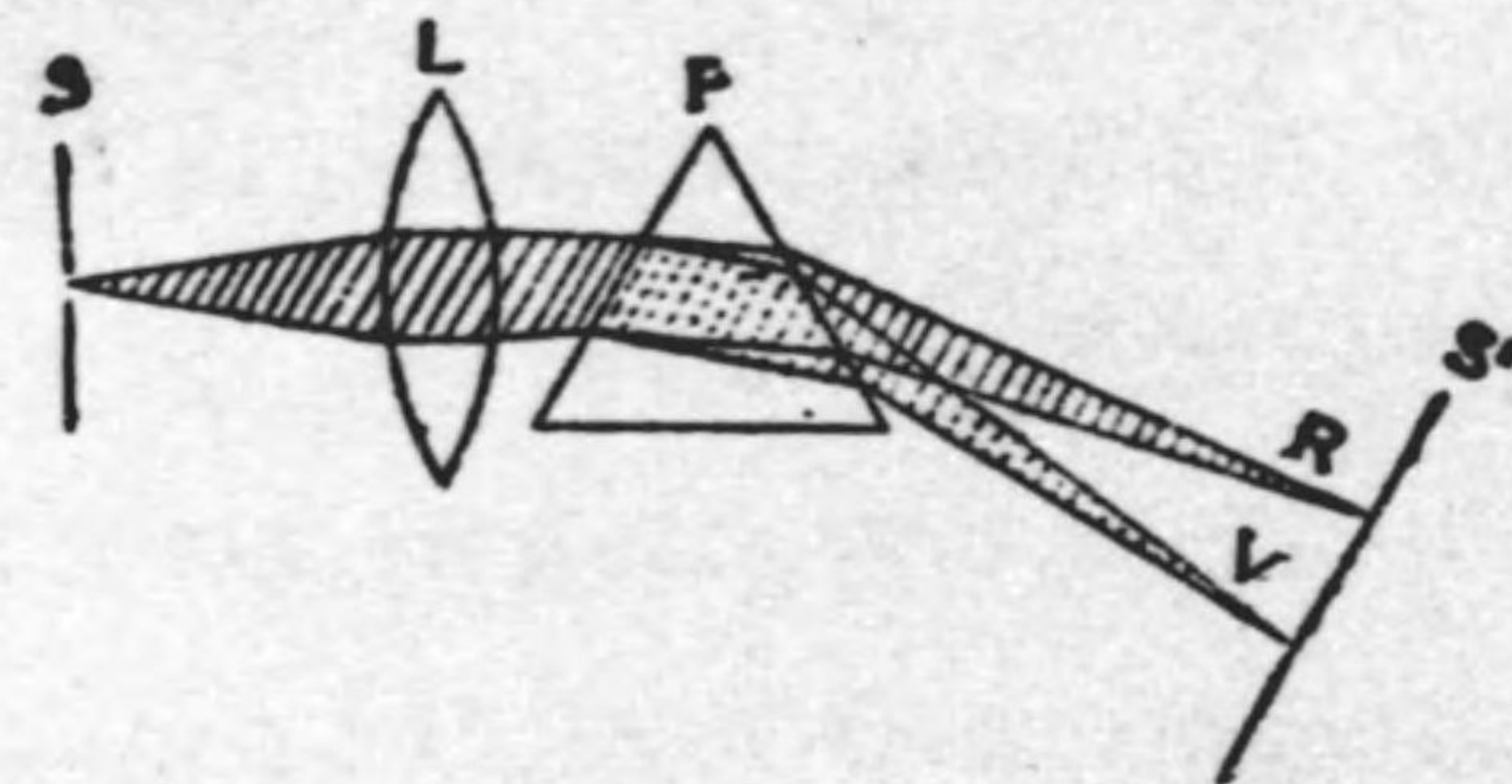
つた部分に白色が顯れます。

(II) 参考資料。各色光の屈折率。

	水	クラウン硝子	フリント硝子
堇 (H)	1.344	1.533	1.659
藍 (G)	1.341	1.528	1.649
青 (F)	1.338	1.526	1.642
緑 (E)	1.336	1.521	1.634
黄 (D)	1.334	1.519	1.631
橙 (C)	1.332	1.515	1.624
赤 (A)	1.329	1.514	1.621

(III) 光の分散に関する史實。光の分散を始めて試みしたのはニュートンでありまして、1666年プリズムにより日光スペクトルを色帯として顯出することに成功しました。更に之を凸レンズを通過せしめることによりてスペクトルが純化せられて明瞭になることにまでその研究を進めたとのことであります。

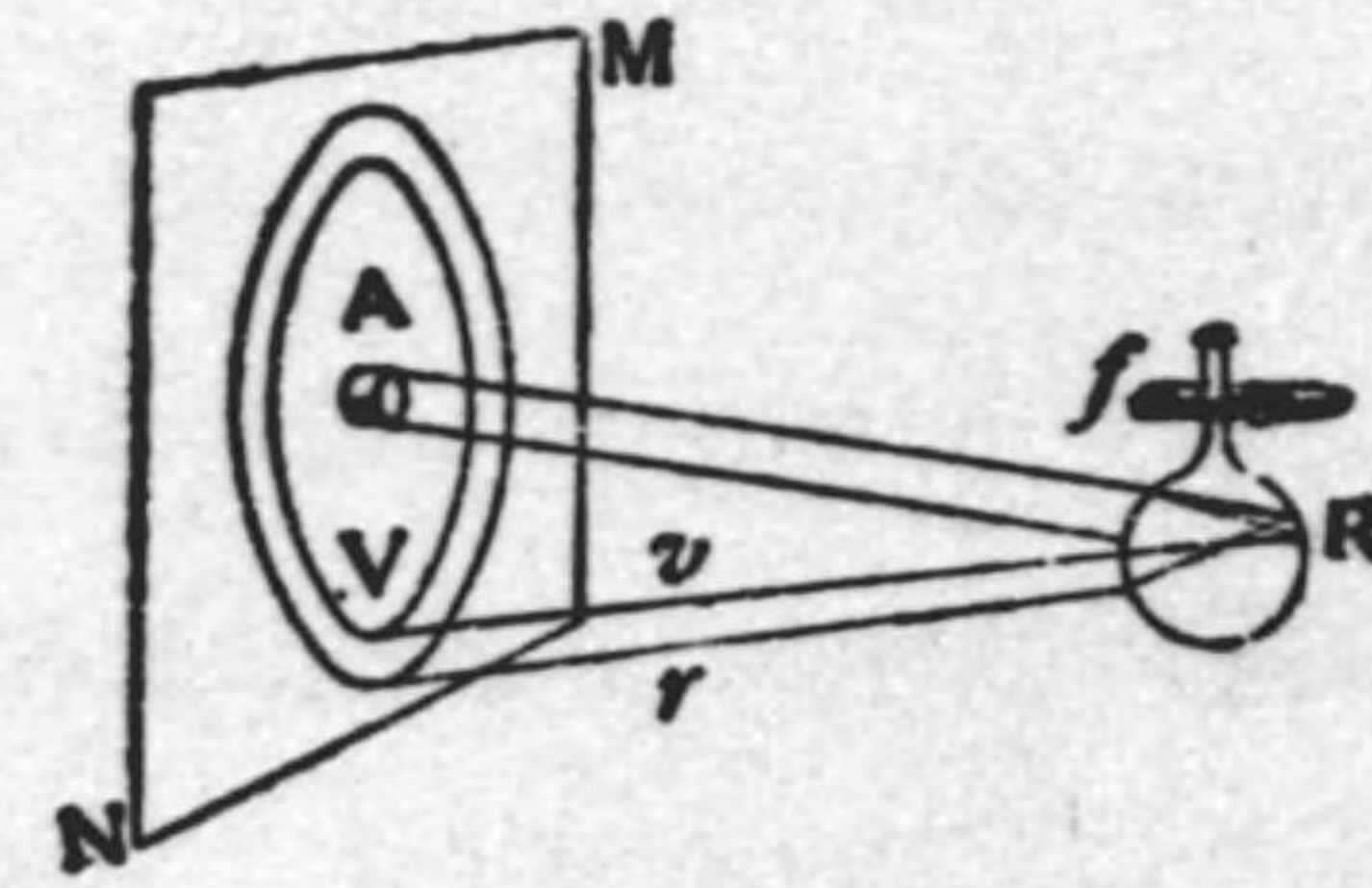
光の分散を始めて試みしたのはニュートンでありまして、1666年プリズムにより日光スペクトルを色帯として顯出することに成功しました。更に之を凸レンズを通過せしめることによりてスペクトルが純化せられて明瞭になることにまでその研究を進めたとのことであります。



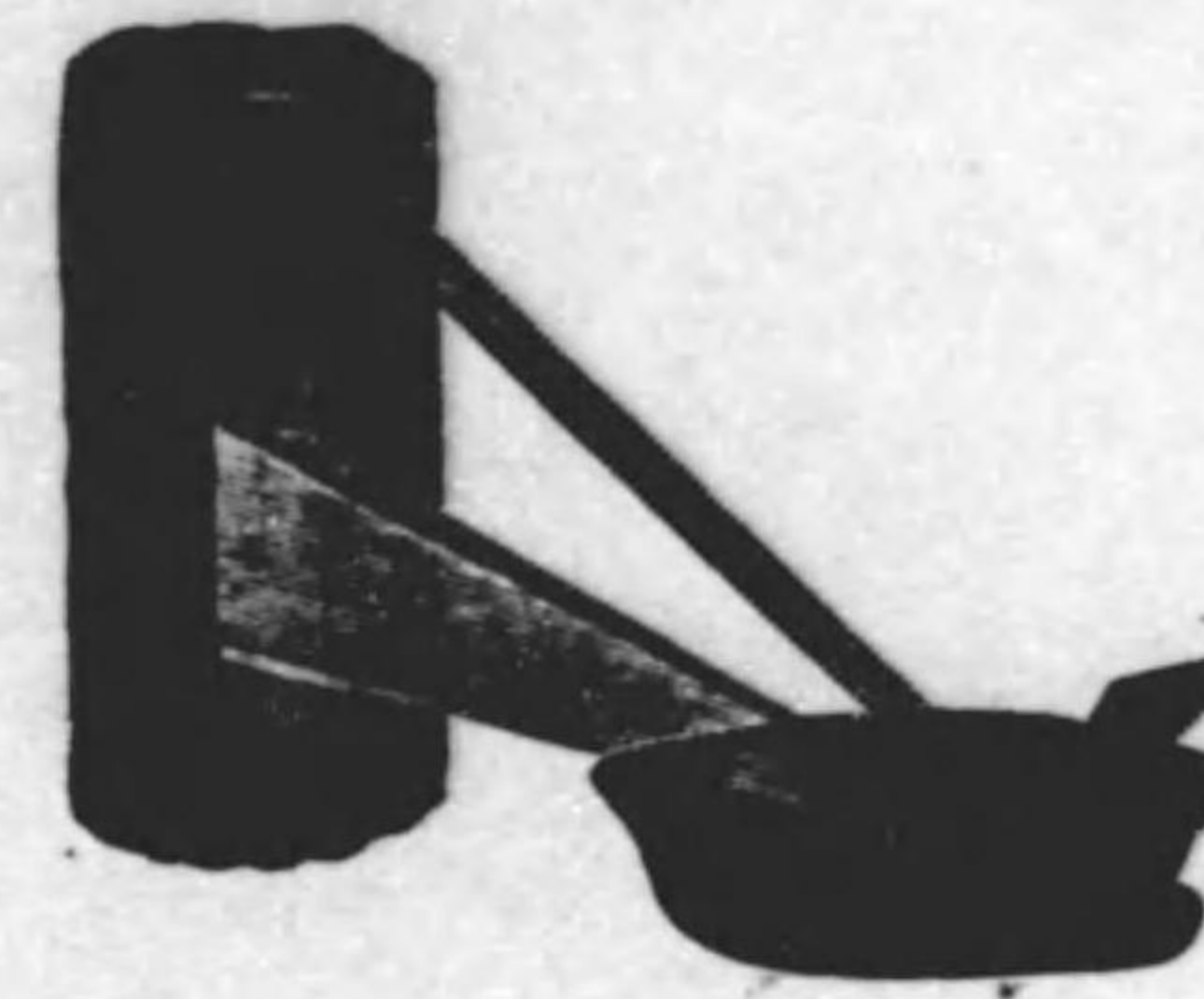
頁 節  
114 122 虹。

(I) 教授要項。

(A) 水球による日光分散の實驗。ヘリオスタットから暗室内に導入した日光を水を充てたフラスコに投射せしめて上圖の如く行ひます。噴霧器で霧をつくるときにも日光を背にして見ると出來ます。



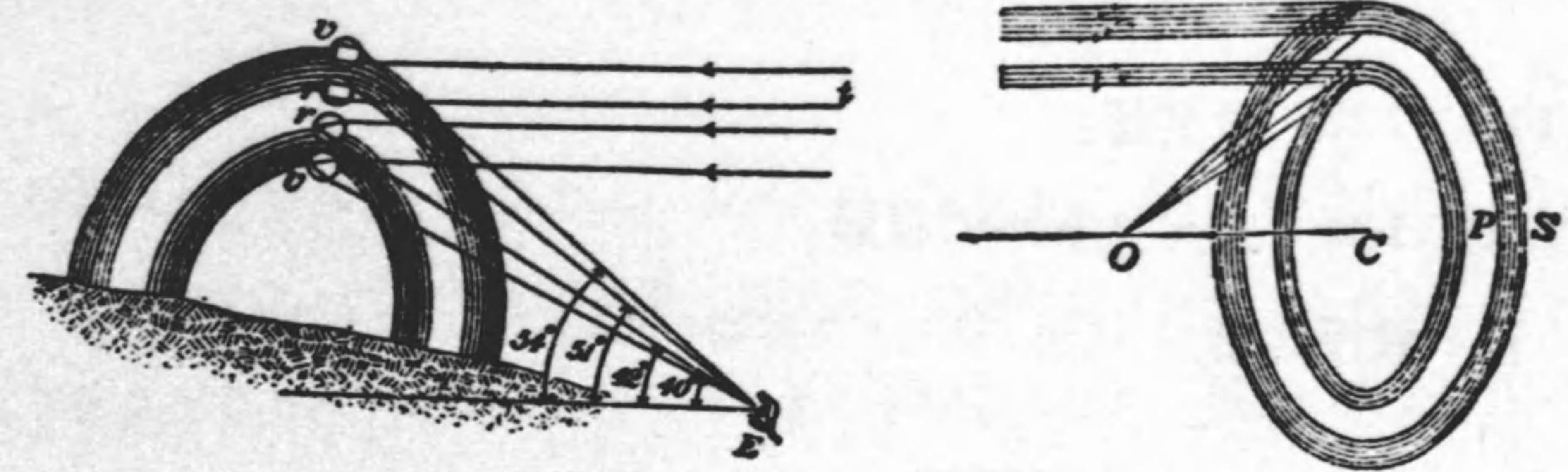
(B) 水滴内に起る屈折、反射の説明。次圖の如く圖示して説明。



かく屈折と反射とを行つてをる間に屈折率の異なる色光に分散するをよく説明するには前圖の實驗も亦適當のやうに思ひます。

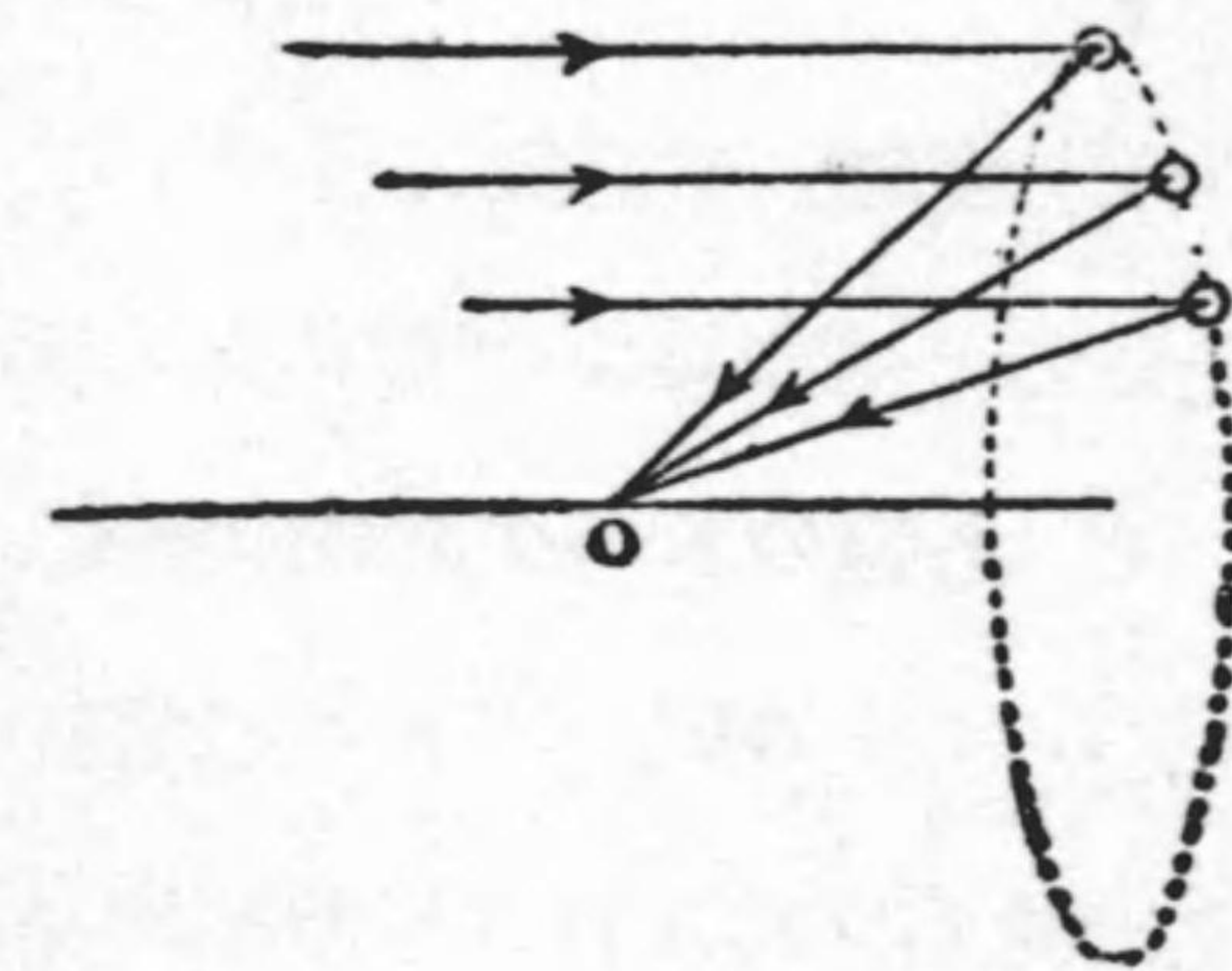
(C) 色帯の順序、主虹副虹の説明。是等は適當な圖示が最上で、無言の説明者として役立ちます。

ます。



右圖なども適當な圖示法の一つと思ひます。

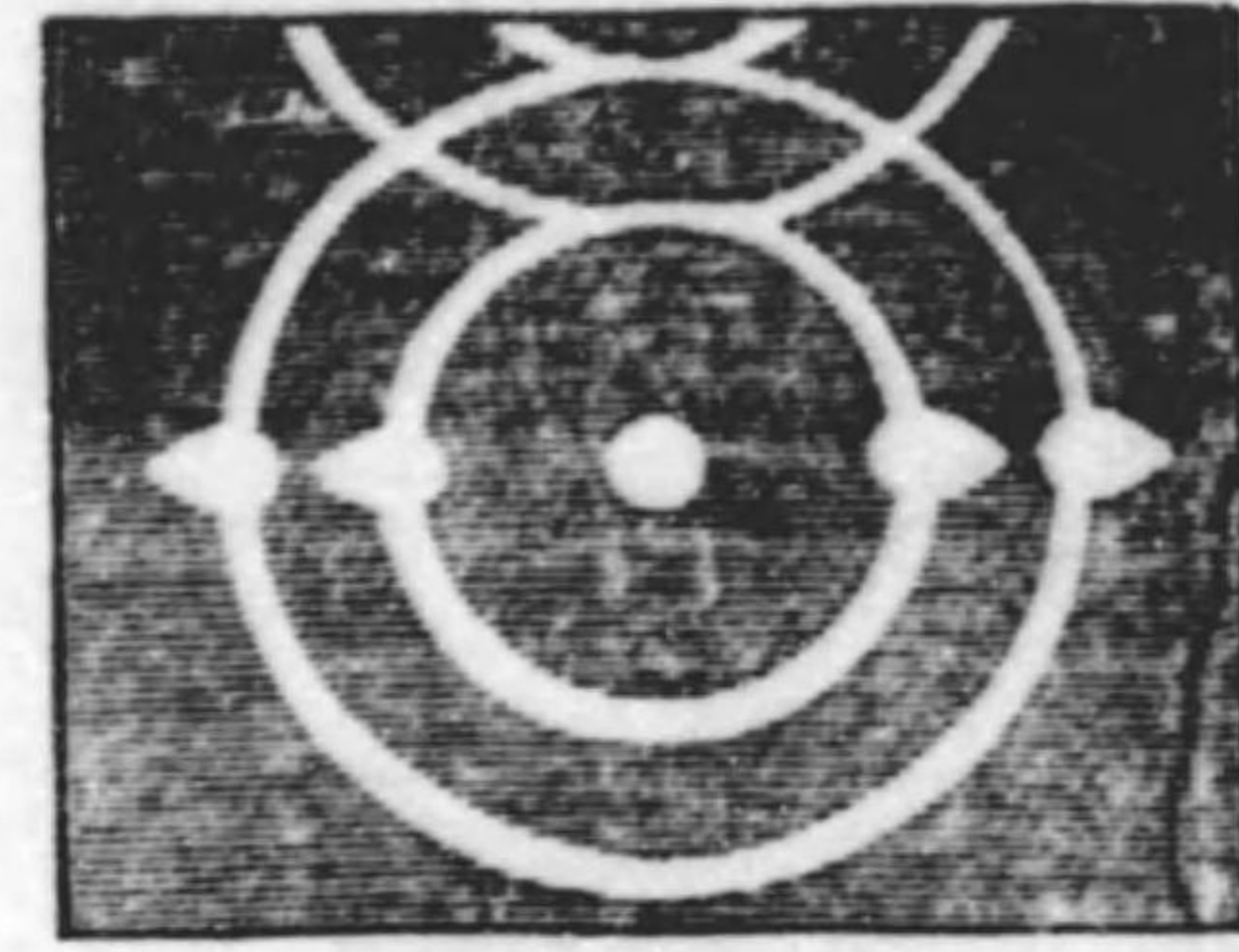
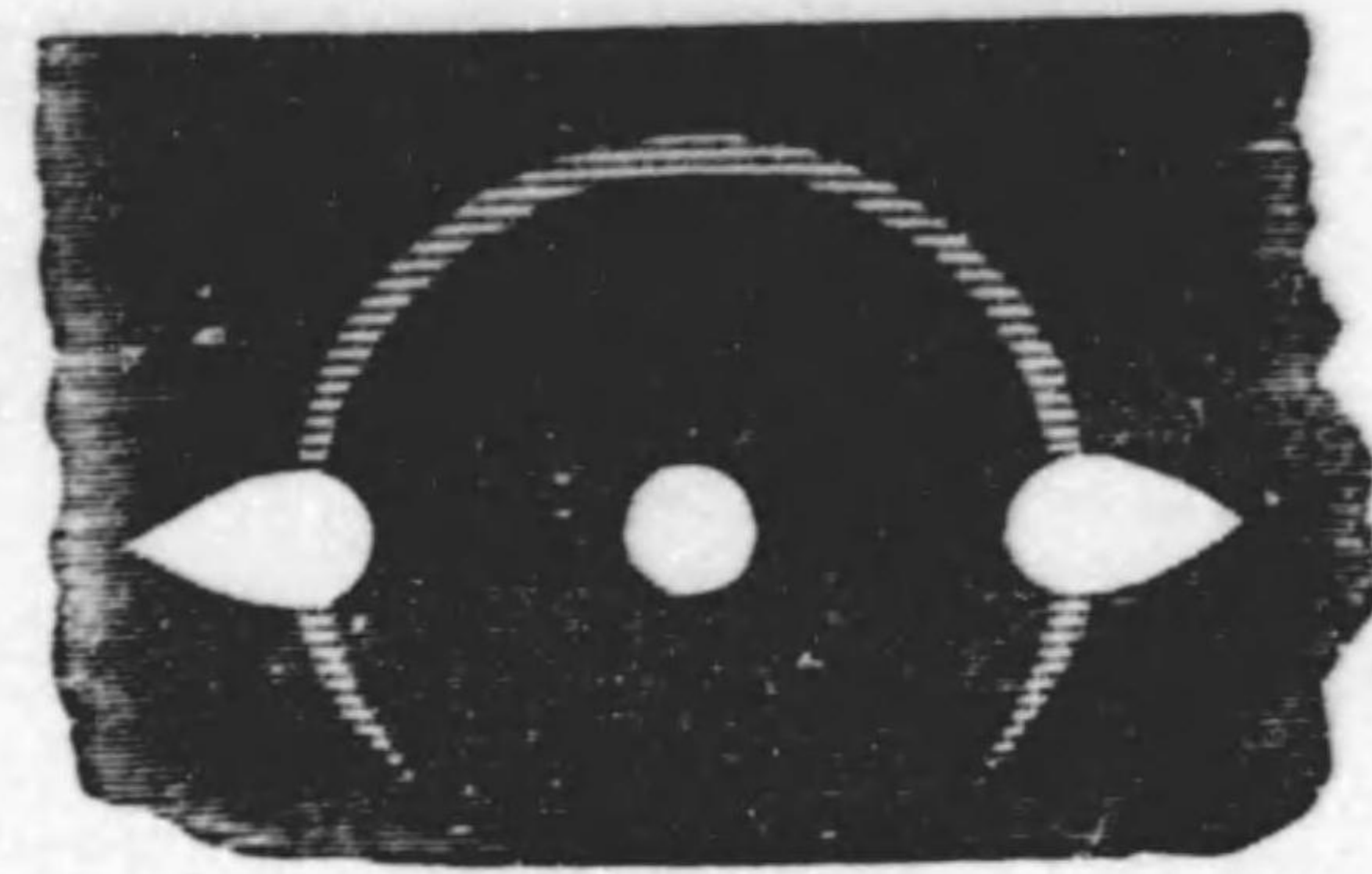
この間に加へる説明として虹圓の中心は太陽と眼とを結ぶ直線上にあること、並びにこの直線を軸としこの線に40°とか42°とかの傾斜を以て眼より引ける直線を廻轉せしめるとき各々の描く圓錐面上の水滴が堇なり、赤なりの色光を送ることを附説する必要があります。



(II) 取捨事項。

はろ。薄雲となつて空中に浮遊してをる氷の小さな結晶片に日光が投射するときは反射屈折の後、方向を轉じて人の目に入るやうに進み、日暈(太陽を中心とし23度若しくは46度の視角を眼に與へる半径の環)、その他太陽に紛ふ數個の斑點とか、太陽を貫いて輝く横線などを顯はします。之をはろといひます。





月夜に於て月の周囲に見えることのある月暈も同様な現象に外なりません。

頁 節

116 123 分光器。

116 124 スペクトルの種類。

(I) 教授要項。構造と作用とを連絡して教授すること。

(A) 

	コリメートル				
細	隙	凸レンズ。	プリズム。	望遠鏡。	尺
光の入口		その光を平行	平行光線	拡大明視	度
		光線とする。	の分散。	する。	各色帯の位
					置を見る。

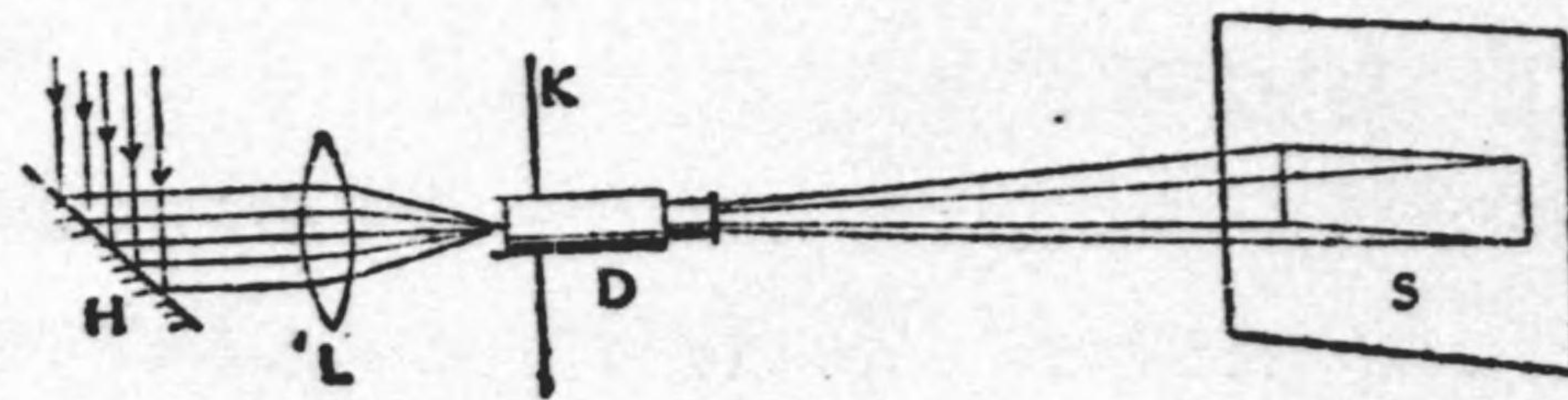
(B) 実験。望遠鏡を調節して遠方の物體と合はすこと。種々の光につき分光して生徒に見させます。

(C) 各種のスペクトルの観察。燭火、電燈の光、日光、食鹽、鹽化リチウム、バリウム鹽、ストロンチウム鹽等のスペクトルを見せしめます。

太陽光の大スペクトルを顯はし生徒に同時に見せしめずには下圖の如く直視分光器を利用すると好都合に出来ます。

Hはヘリオ  
スタット。

Lは大なる  
レンズ。



Dは直視分光器でその細隙をなるべく小さく開いてレンズLの焦點に位置せしめます。

Sは衝立でその上に1米以上の大スペクトルを出すことが出来ます。フラウンホーフ線などもこの上に顯はし同時に観察せしめることが出来ます。

Kは遮光板であります。

(D) スペクトルの種類及びフラウンホーフ線 につき説明します。

**連続スペクトル** は一般に高温度の固體又は液體から出る光を分散するとき認められるものでありますが、近來高温度で強壓力の氣體からも出す場合があることが判明したので、太陽を高温度の固體又は液體とばかり思はれない有様であります。

**輝線スペクトル**。ナトリウム、リシウムなどがよく、ストロンチウム、バリウムも見せるに適してをります。高温度の氣體の出すスペクトル。

**吸収スペクトル**。色硝子に吸収せしめると暗帯が出来、孤燈の前にナトリウム蒸氣を置くと暗線がDの所に出来ます。

ナトリウムの蒸氣としては、アルコールにナトリウムを溶かしそれを硝子綿につけて燃やすのが適當と思ひます。

(E) フラウンホーフ線の出来る理由 を生徒に説明せしめます。

(II) 添加資料。

(A) スペクトル分析の方法及び應用方面の大要。

(1) 可檢物を白金線につけてブンゼン燈の無色焰中に入れそれを分光器で見ます。

(2) 氣體可檢物であればガイスレル管内に入れ真空放電で光らせて分光器で見ます。

(3) 氣化せしめ難きものは兩方を電極としてアークの火花を飛ばせながら分光器で見ます。

現今では元素分析にこのスペクトル分析を利用する外、天體の本質、その周圍に存する氣體の推定等にも應用します。



(B) フラウンホーフェルの人物及び偉業。フラウンホーフェルは貧しき硝子職工の第十子として1787年バヴァリアのスタウピングに生まれました。その父も氏が十一歳のとき世を去りましたので、自ら鏡製造所の徒弟となつて修養し、数年の後父の遺業を継ぎました。その業務の傍ら光學及び數學等を研究して自奮する所あり、バネチクトバイエルン村ウツ、シューナイダーの光學研究所に入るや、1818年その主任に進み、研究所のミュンヘンに移轉するに及んで同地科學大學院の會員となり、間もなくその光學部長の椅子を占めました。

氏はプリズム、レンズ等の硝子加工に非凡なる技能を有し、光學上幾多の功績があります。中にも色消レンズの製作、反射望遠鏡の組み立て、太陽儀の工夫、日光スペクトル中の黒線発見等が特に顯著なものであります。

この黒線の発見は1814年のことですが、その後光の廻折現象の研究に着手して1822年之に成功するや直ちに廻折格子を作つてスペクトルの觀察をなし、太陽光スペクトル中の黒線の波長を測定しました。

之等の研究を1819年、1821年、1823年等に互つて発表しましたが、當時の物理學者は光の放射説と波動説との論争に忙はしく、又化學者はダルトン等の原子説及び定比例の定律に関する論議に熱中して氏の重要な発見を顧みず、従つて氏によつて開拓せられた重大なる之等の新事實をその儘に放棄して説明を試みざりし事40年間の長きに及びました。

1826年6月齡僅かに40歳、春秋に富む研究盛りの身を以て逝きました。

(C) キルヒホッフの人物及び偉業。キルヒホッフ氏は有名な獨逸の科學者で、ブンゼン氏、ヘルムホルツ氏と共にハイデルベルヒの三星として世に知られてをります。

1824年ケーニヒスベルヒに生れ、長じて同地の大學に入り1847年ドクトルの學位を授けられました。

ベルリン大學、ブレスロウ大學等の講師、副教授等を経て1854ハイデルベルヒ大學の教授となり、1875年再びベルリン大學に轉じました。

その主なる偉業はハイデルベルヒに於ける20年間になされたもので、ブンゼン教授と協力してキルヒホッフの定律を實驗的に確定し、又分析術の基礎を定め、望遠鏡とプリズムとを組合せて分光器を組み立てたなども皆この時代の企で一々枚舉するに遑なき有様であります。

氏はこの分光器により各種の金屬スペクトルを検して各金屬が各々獨特なる固有スペクトルを生ずるものなることを認め、是によつて1860年ルビヂウム、セシウムの新元素を発見しました。又この分析術により類似元素の識別、天體中に存するものの化學的の成分を測定する上に一新起源を開きナトリウム、鐵、マグネシウム、銅、亞鉛、バリウム、ニッケル等が太陽の周圍の氣體中に存することを見出しました。1887年64歳で逝きました。

#### 頁 節 117 125 輻射線。

#### (I) 教授要項。

(A) 熱作用に関する説明。圖の如く水銀壺の表面を廣くしてある寒暖計の水銀部を暗室内に作つたスペクトルの面に直角にたもつて、各所に移動せしめて見ると熱作用の異なることが解ります。

實際にはボロメーター (Bolometer) といふ極めて細い白金線に煤煙を塗つたものを光の細隙に平行に用ひて計るので之によらなければ充分には判りません。

(B) 化學作用 は感光紙 (P.O.P.) を暗室内のスペクトルの部分に長く引き伸ばしてあてた後現像して見るとよくその作用の強弱の程度が知られます。

(C) 光の強さ は暗室内に出來たスペクトルに關し生徒各自の視





覺に問うて判定すること。

(D) 輻射線の説明。熱線及び化學線は眼に見えない所から光線と區別して暗線などと呼ぶこともあります。是等は人の視覚を本位として立てた區別でその本来の性質に至つては全く同種のものであります。

假りに人間の眼が現在と少しく異なつて居たならば、光暗線の區別、境界は大分變る筈であります。

若し眼が輻射線で出来る熱で感ずるのであつたならば、今の赤外線は凡て光の部に入り、青以下が色から除外されるやうになりませうし、若しまた直射する化學線の作用で感ずるものでありましたならば、莖外線は全部光の部に入り、赤などが光から除外されたかも知れません。

之を要するに暗線と呼び、光線と認めるのは人の一感覺が標準になる譯で、線そのものの物理的存立、性質、作用等からは全く無意義のことになります。

強いて區別すべき原因を求めて生徒の了解を容易にせんとするならば屈折率の大小で率すべきであると思ひます。

かくその本性が物理的に光と同一である所から是等の三線を併せ稱して輻射線といひます。

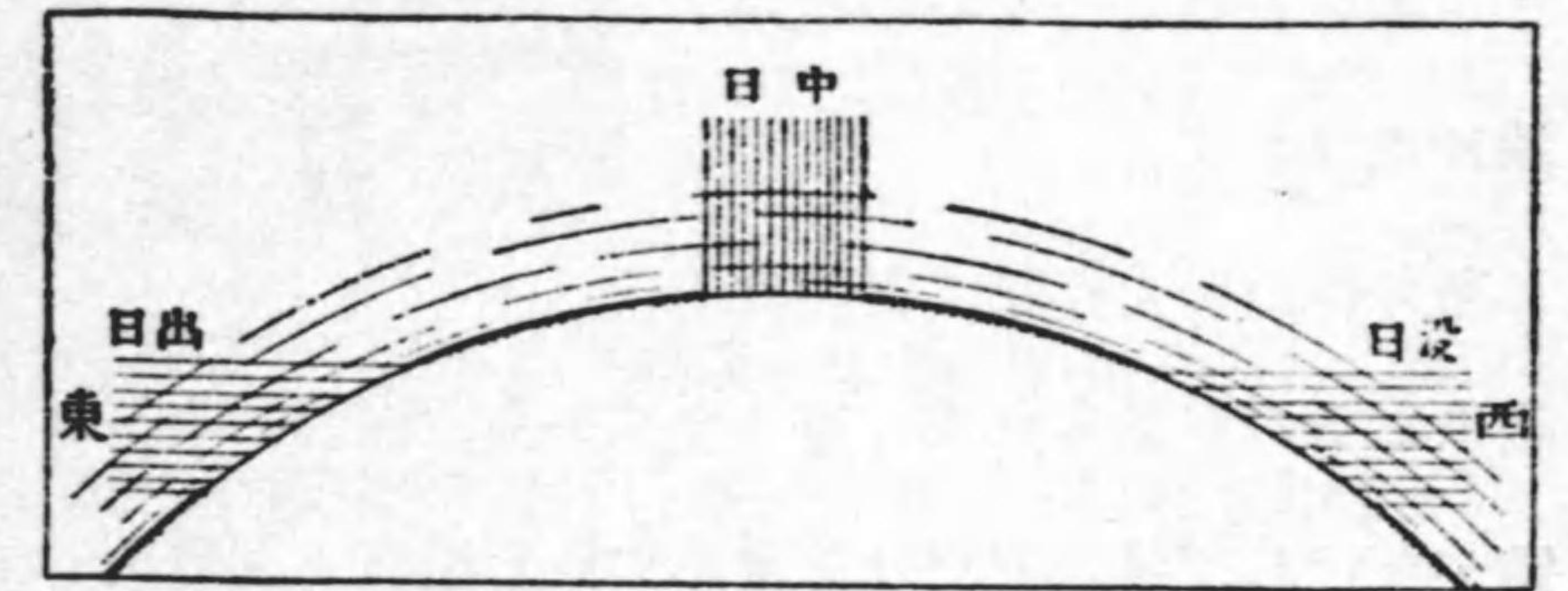
不可視線	可 視 線								不可視線		
赤外線	赤	赤橙	橙	黄	黄綠	綠	青	青綠	藍	莖	莖外線

(E) 水銀燈の莖外線發出につき説明。之に附隨して石英硝子が莖外線をよく透過すること、硝子は之を相當に吸収することなどを説話して石英硝子管が水銀燈に必要な次第を知らしめます。

最後に前圖を用ひて統一するやうにします。

(II) 参考資料 (一)

(A) 赤外線的作用。光波の波長が長いとよく細塵中や雲霧の深い氣層中などを通過し得る次第を説明します。可視線中에서도赤色光はその波長が他の何れよりも長いために細塵のある空氣層を通過します。朝夕の日光が赤味を帯び、朝焼夕焼の起るのはその時刻に太陽光が日中よりも長い空氣層を通ることにより赤や赤に近い波長の光以外を途中で失ひ赤や赤に近い光のみが残されてそれを通過するためである。之はよく實驗的に試みることも出来ます。



(B) 赤外線寫眞のこと。普通の可視光線の達し得ない場合に、その障害物に妨

げられることなく遠方まで達する赤外線を利用するならば、可視線の障害物であり莖外線の障害物である雲霧を透して遠方の撮影が出来る譯であります。その乾板も今日では適當なものが賣り出されてをりイルフオードの Infra-Red Sensitive などもその一種であります。

又濾光板としてはコバルト硝子とオレンジアニリン染料とを組合せたものも R.W.Wood などに用ひられましたがイーストマン會社から賣り出してをるライトフィルターを使用すると最も簡便であります。

(C) 莖外線的作用。化學作用の強いことは寫眞に連絡して授くべく、之に



併せて生理作用の強いことにも及ぶべきであります。

烈日の皮膚に及ぼす作用や日光浴の健康上に及ぼす効果等も之に附帯して説明すべきであります。

水銀燈がこの線に富む放射線を出すこと、硝子は紫外線を相當に吸収するから水銀燈用の管が之を吸収することの少ない石英硝子でつくられること等を説明しつつその利用法に及びます。



紫外線の蛍光作用は實物實證によるのが最も有効でありますから、設備があるならばそれを利用し、設備がなければ濾光板だけを求めて燈を醫者より借用して實驗してもよいかと思ひます。又 250 ワット位の電球を暗室で點じ、その投光を濾光板で濾して用ひると、ウラニウム硝子その他につき實驗することが出来ます。

之で眞偽の鑑定を有効に行ふには、天然絹絲と人造絹絲、眞の象牙とその模造品、眞の亀甲とその模造品、眞のルビーと人造ルビー等を利用するのが顯著で面白いと思ひます。

猶ハンカチの附着物、印刷物の油の汚點、ステアリン蠟燭、人の齒牙、爪等もよく蛍光を出しますから試みると興味を添へます。

名刺、葉書等は紙質に依つて蛍光が異なり、昇汞と甘汞とも蛍光で明瞭に

區別が出来ますので時間が許せば利用するのも一方法と思ひます。

紫外線の殺菌作用の利用としては之による飲料水の滅菌、牛乳の滅菌等を擧げるのが妥當であると思ひます、又その醫療的效果に關して丹毒の治療に偉大な効果のあることと腫物、皮膚病等に卓效のあることを擧ぐべきであります。

之に連關して日光消毒のことも説明ありたいものと思ひます。

今日餘り激作用を及ぼさないで日光浴の代用せられる電燈パイタライトのことも一挿話として妥當かと思ひます。

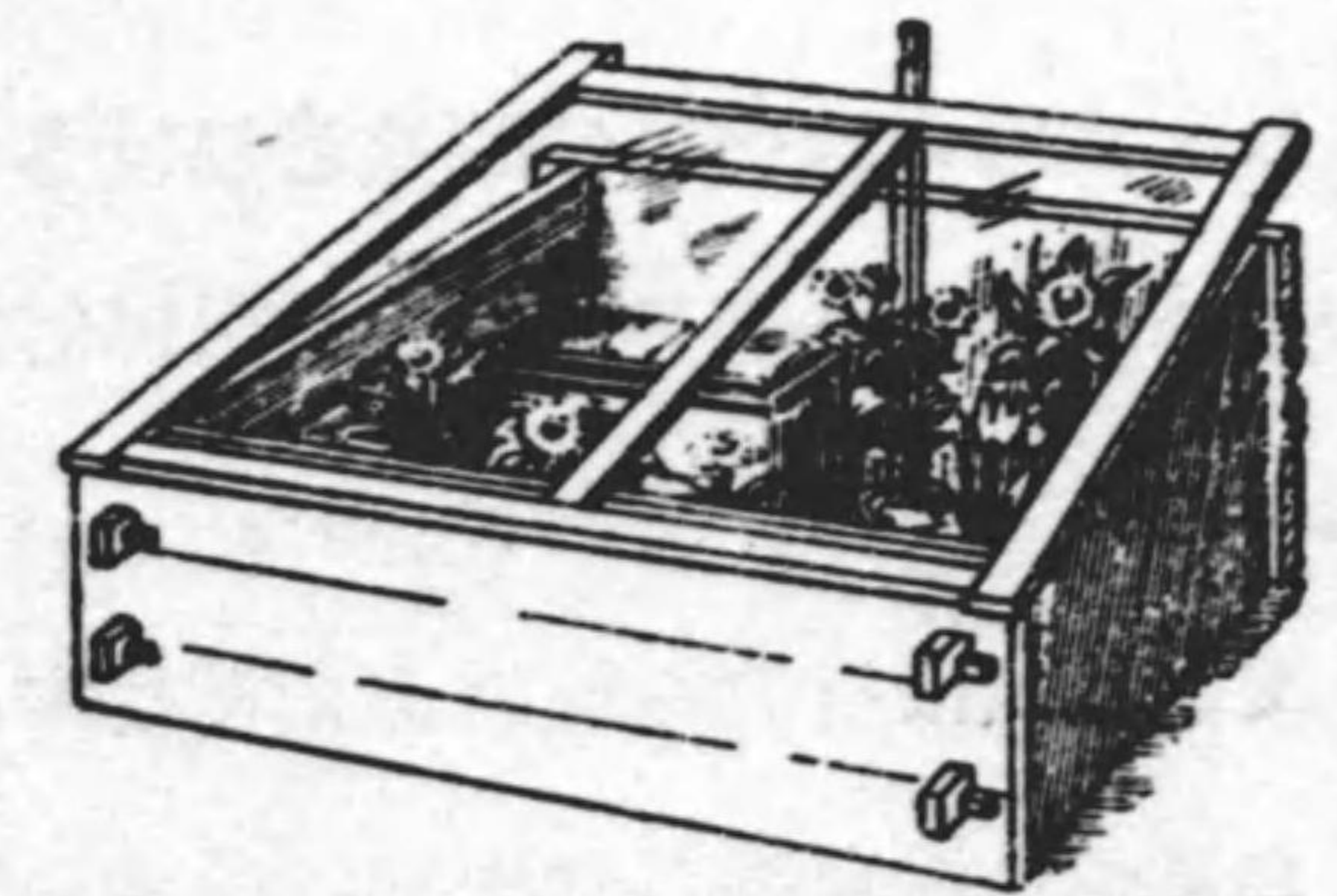
## (II) 参考資料 (二)

(A) 吸収せられた放射線。物體に吸収せられる放射線は後述の燐光、螢光となる如き特殊のものを除けば多くは熱に變ずといつてよい譯であります。

煤煙のやうに之をよく吸収するものは光にあてると一般にその温度が高まります。しかしこのやうなものは甚だ少數で、多くは放射線の一部を吸収し一部を反射し又は透過します。

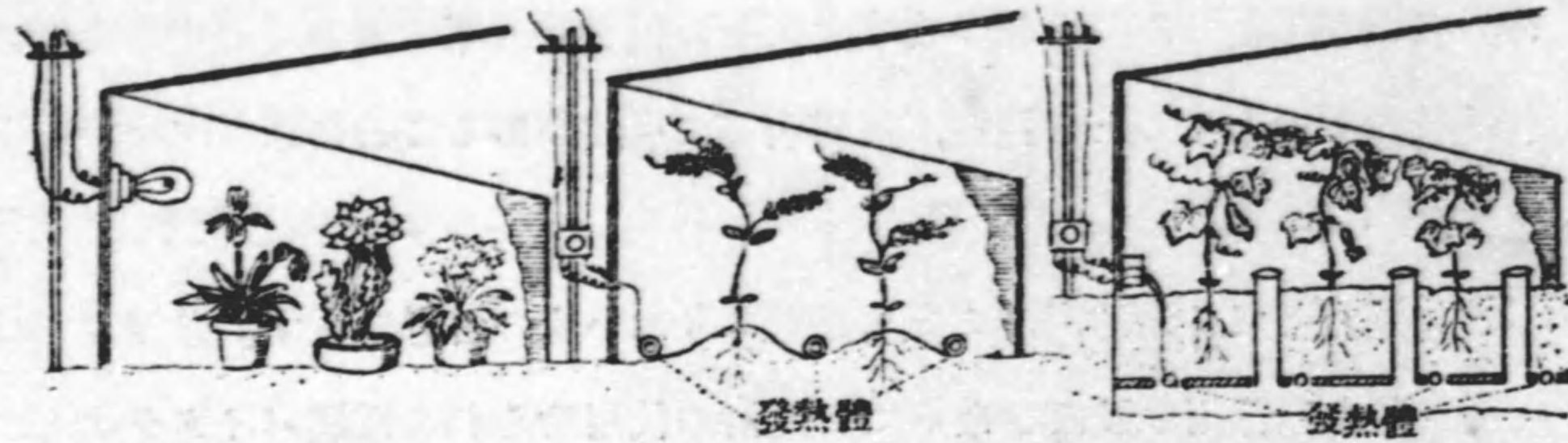
水、硝子などは光の透明體で、之をよく透過しますが熱線をばよく吸収します。水蒸氣にも亦同様な作用があります。故に日光と共に來る太陽よりの放射熱は地表を包む水蒸氣にかなり吸収せられます。

(B) 温床の施設とその熱源。右圖のやうに温床には全然日光によるもの、醗酵熱を利用するもの、電氣温床等がありますが、光浴照射をも目的としてをる電氣照射兼熱供給等のものもないではありません。この全然日光によるものに関し、説をなす者の中にはその熱温効果を否定しようとさえしたのでありますが、窓硝子を透して入る日光は土に吸収されて熱とな





り、熱となれば硝子は之を透過しませんから、その儘内部に残り内部の温度を高めるやうになります。



夏の盛り、硝子戸を立て廻した室内の温度がいやに高まるのは全くこのためであります。

(C) 輻射線の吸収透過。ヨードを二硫化炭素に溶かしたものは妙に光線を遮つて熱線の方をよく透過します。

赤硝子は莖外線をよく遮り赤色光や赤外線をよく透過します。寫真用の窓などに赤硝子を用ひ、寫真用電燈に赤色の袋を加へ又赤色硝子球を用ひるのもこの特性を利用するのであります。

岩鹽の結晶も赤熱線をよく透過するもので、エポナイト板も多少この作用があります。

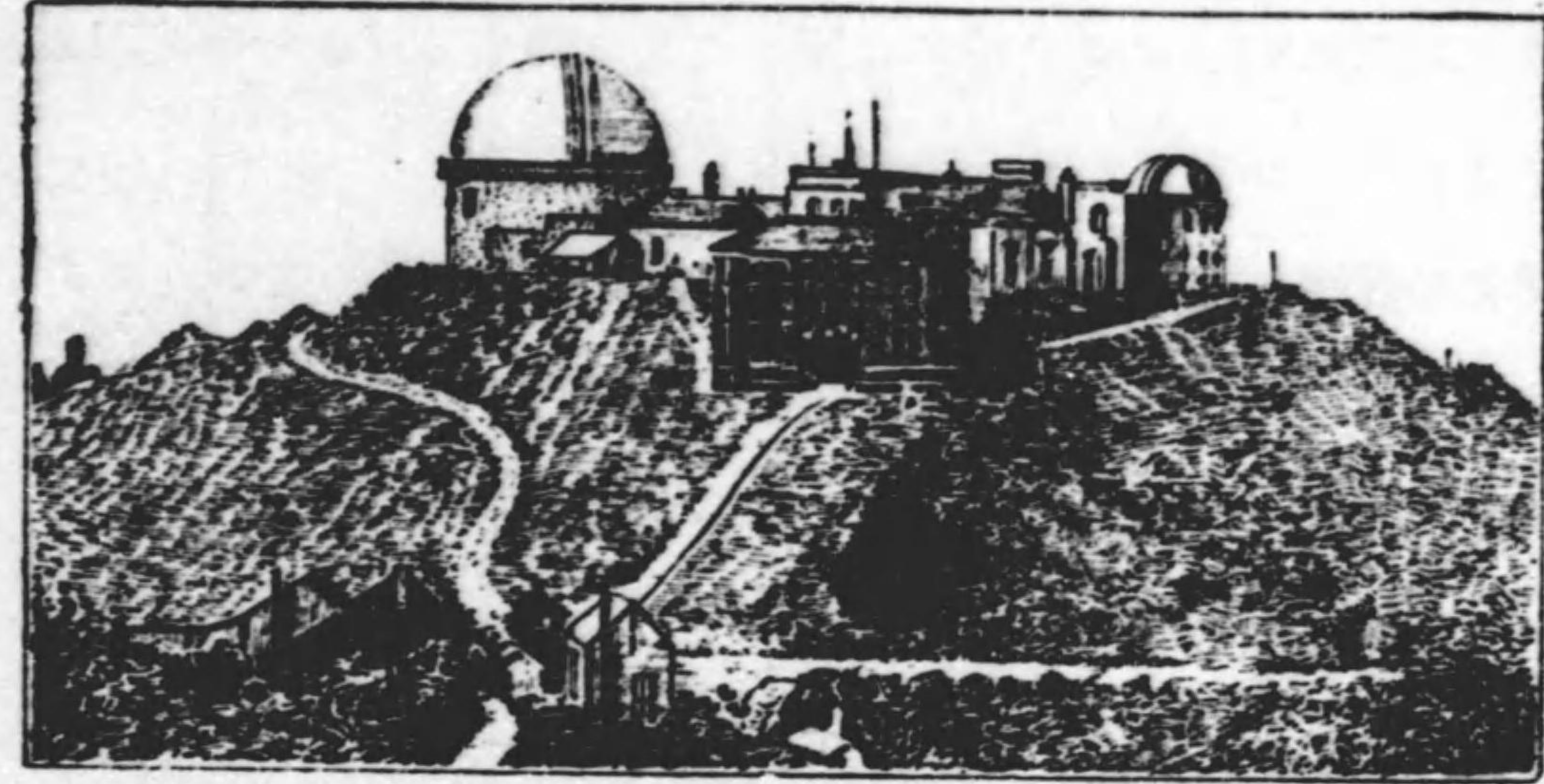
石英硝子や水晶が莖外線をよく透過しますことは前にも屢々出たことあります。

(D) 太陽の輻射線の到達を妨げる地表の物質。空氣中に浮游してをる塵埃中には太陽より来る輻射線を亂反射するものが多く、殊に波長の短い輻射線に對してこの作用が著しい。

又水蒸氣はその熱線をよく吸収する上に波長の短い輻射線に一種の亂反射を與へる場合があります。

次圖は米國のウイルソン山天文臺で太陽輻射線のために特に高い塔を山頂に築造して、これらの障害をなす夾雜物の比較的對峙ない上空から直接に日

光をとり入れる工夫をめぐらしてをります。



ウイルソン山天文臺の全貌

### (II) 参考資料 (三)

#### (F) 燐光、螢光。

(1) 燐光體(硝子管入サツク附の販賣品ならば一層有效)を暗室から一寸戸外に突き出して暫く日光にあてた後、暗室内に取り入れて見せると、強く光を出します。

材料の主成分はアルカリ土金屬の硫化物でそれに多少種々のものが加へられてをります。

(2) 石油による螢光。石油に少しく原油を加へるか又僅かに墨汁を加へたものがよいやうに思ひます。

之は透過光を見ると淡黄色でありますが反射光を見ると青色であります。

(3) フリオレンはこの螢光作用を強く現はします。透過光は黄色でありますが反射光は美しい輝綠色を呈します。

(G) 燐光の説明。光を受けるときには燐光體はそれを吸収してをりますが、それが暗室に導かれて光を受けない状態になると屈折率の異なつた光(波長の異なつた光)を出すやうになります。而して多くの場合吸収した光(或は他の輻射線例へば莖外線等)よりも屈折率が小さくて波長の長いものを出し



ます。

このやうに吸収時より或る時間を隔てて光を發する現象を燐光現象といひ、その光を燐光といひます。

(H) 螢光の説明。之も燐光の如く受けた光を吸収するのでありますが、時を隔てず光を受けつゝある間それを別種の光として發出する現象で、多くの場合出す光は吸収したものより屈折率が小さくて波長が長くあります。この點は燐光と類似してをります。

その好例は硫酸キニーネであります。硫酸キニーネに化學線を投射させますと無色の部分から青色の螢光を出し初めます。

頁 節  
119 126 物體の色。

(I) 教授要項。

(A) 投射光と物體の色 (附) 光澤。

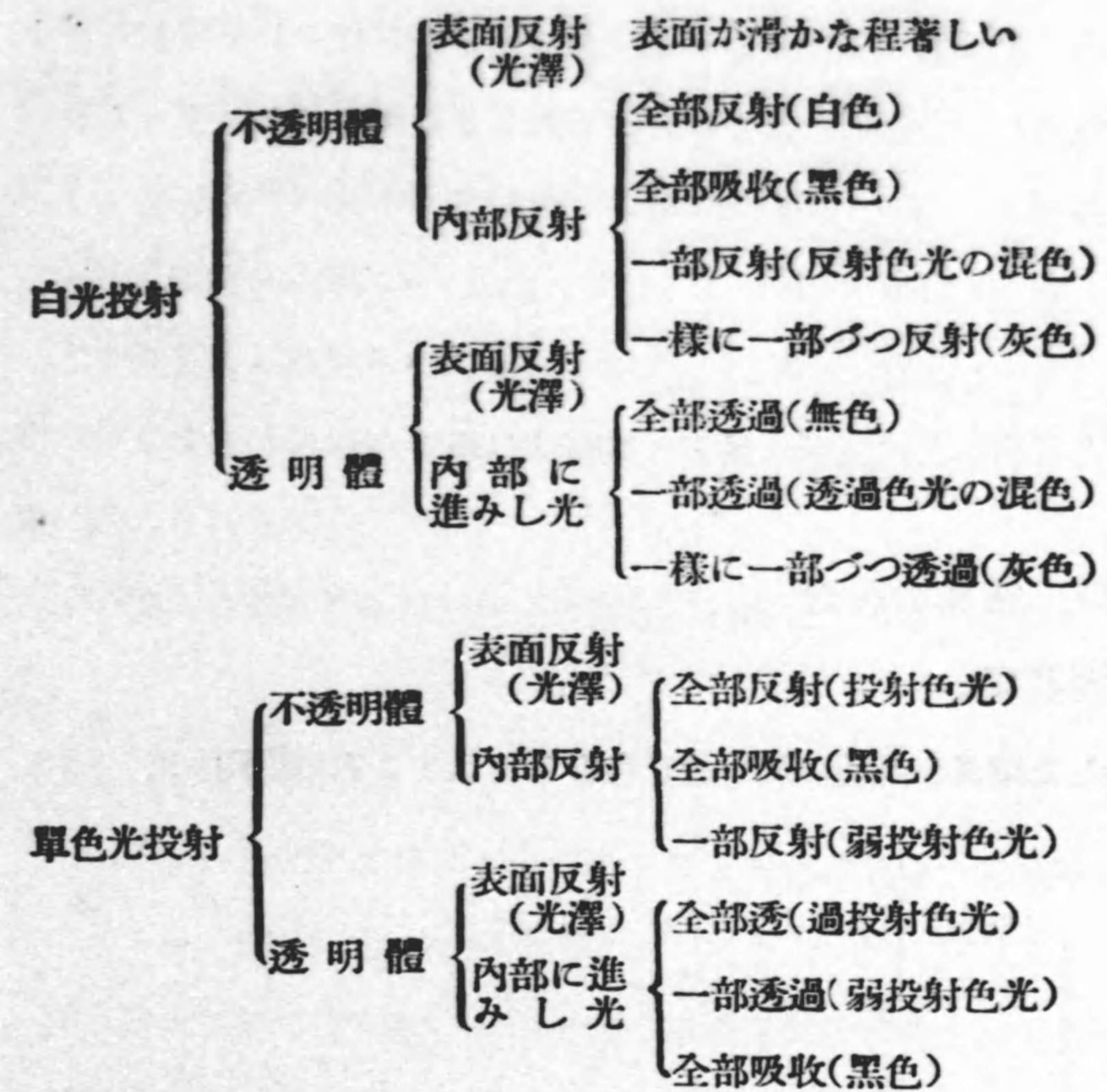
白紙に赤色を投射す。……赤色光を反射して赤く見えます。

赤紙に赤色を投射す。……赤色光を反射して赤く見えます。

- (1) 不透明體の色は反射光の色に一致します。
  - (2) 物體に光澤があるのはその表面で直接反射する光のためであります。
- 上述の色を現はす反射は物體の少しく内部に入り、そこより反射するもので特に内部反射と呼んで區別する人もあります。

(B) 透過光と物體の色。透明體の色はその物體を透過する色光で定まるもので、赤硝子の赤く見えるのは、それに投射する白光中赤以外のものを吸収して赤のみを透過するためであります。

(C) 整理。次表の如く、又その一部を省いてもよいと思ひますが、このやうな教材は一度分類的に整理して置くと生徒の觀念が非常に明瞭になつて來ます。



(II) 參考資料。

金屬の反射光。金屬の表面は異狀の反射をするもので投射光中の或る光色のみを格外に強く反射し、所謂金屬光澤を顯はします。

而して金屬が表面で強く反射する光は金屬内部に進めば最も強く吸収せられるものであります。

金が黄金色を呈するはその表面反射の色光のためであります、薄い金箔を通過せしめた白光は内部でこの色光を最も多く吸収せられまして黄金色の餘色である青色を呈します。

(III) 問題の取扱。

120頁問 燭火の成分は黄色光多く青藍紫が少ない。

黄色布は投射光が白光でも黄色光でも同様に黄色光許りを反射します。白



布は投射全色光を反射するのでありますから白光ならばそれを反射しますが、黄色光のみが投射したならば、それを反射する外ありません。

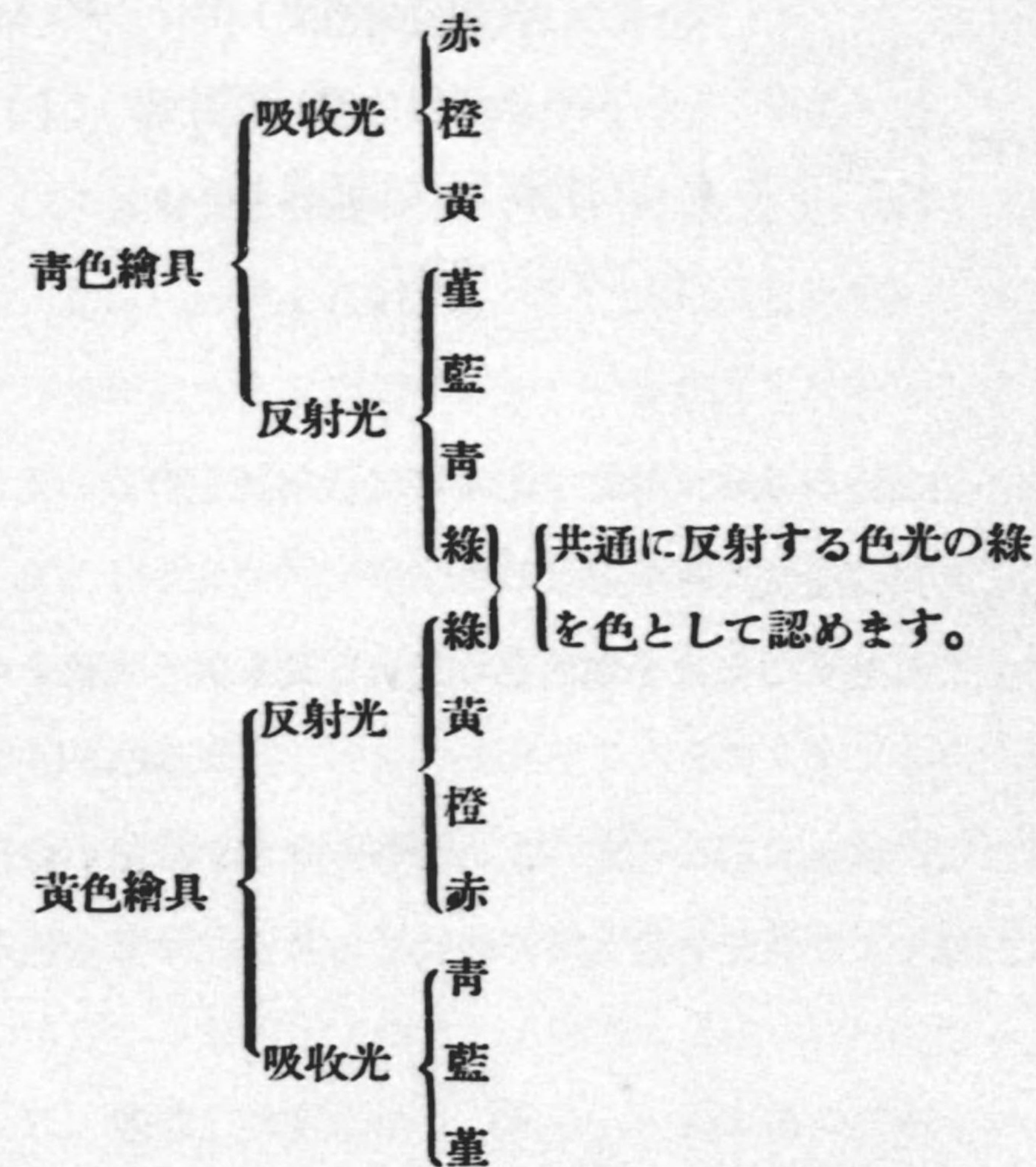
投射光	反射光	投射光	反射光
黄	→ 白布 → 黄	白光	→ 白布 → 白光
黄	→ 黄布 → 黄	白光	→ 黄布 → 黄光

故に白布と黄布が共に黄色に見え、區別がし難いのであります。

頁 節  
120 127 繪具の配合。

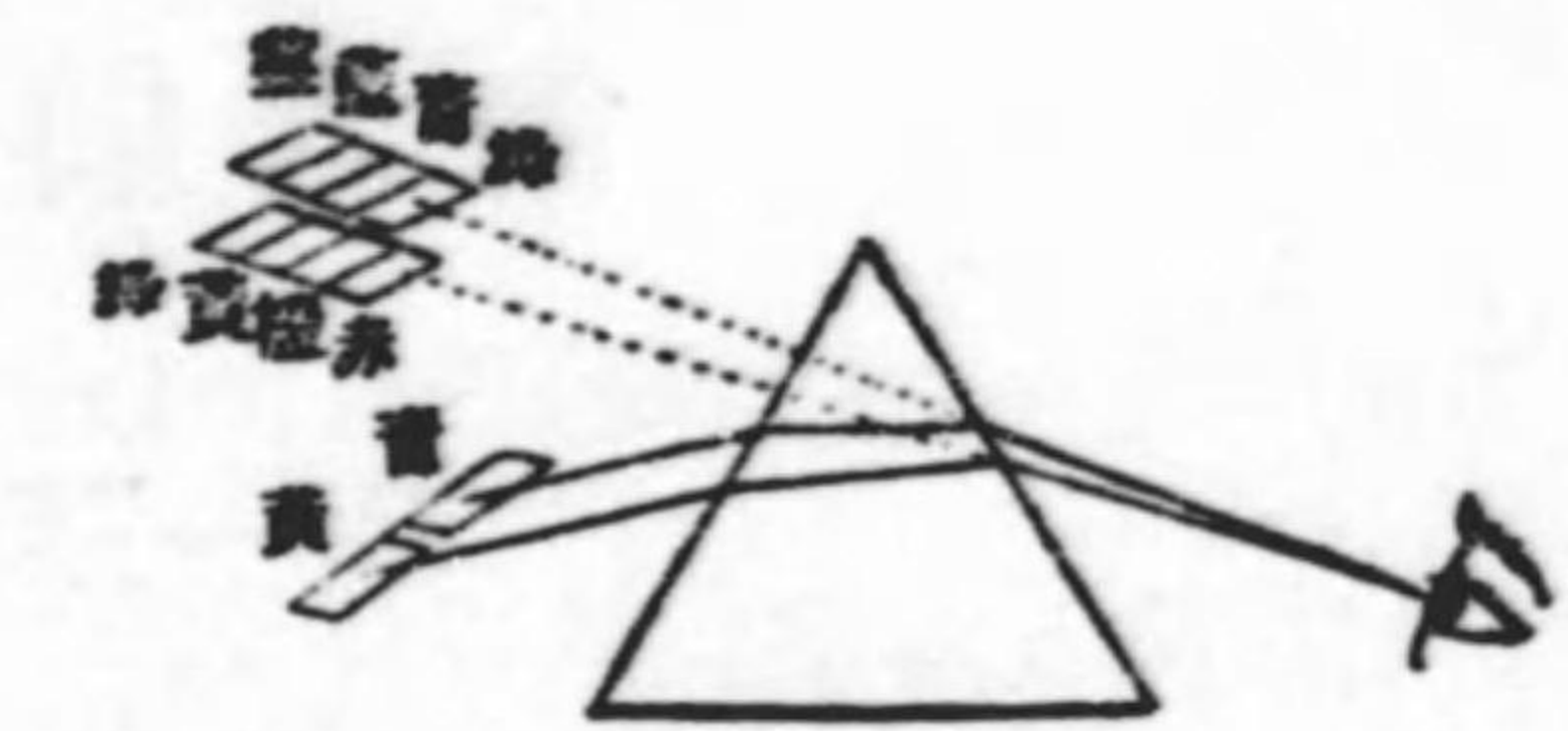
(I) 教授要項。

(A) 配合した繪具が共通の反射光を色として示すことの説明。



(B) 實驗。之は個別實驗でありますが生徒實驗などには好都合かと思ひます。

光澤のない黒い紙面に種々の繪具を塗布したものを右の圖の如くプリズムを通じて見ますと、繪具から反射する光が成分光に分かれて顯はれます。



之を青と黄との繪具につき行ひますと上圖の如く成分色光が見えて上述のことが如實に認められます。

黄色繪具と青色繪具との混合によつて綠色を得る理の實驗(黒紙に黄と青との長方形の紙片を塗布し圖の如くプリズムを透して見る)

(C) 繪具の三原色及び三色版の説明。口繪によりその關係を究明せしめます。

(II) 問題の取扱。

120頁問 色光を多種に互り混合すると次第に成分色光を増加し、成分色光の最も多い白光に近づいて來ます。

而し繪具に於ては別種のものを加へる度毎にその色として認めらるべき共通反射光が漸減して遂に全く之を缺ぐ結果となり眞黒に思はれるやうになります。



# 第六編 磁氣及び電氣

## 第一章 磁 氣

頁 節  
121 128 磁 石。

### (I) 教授要項。

(A) 磁性, 磁石, 磁氣 に関し本文所載の如き連絡で具象的に教授すること。生徒は事實を疑はないが, 之を不可思議の現象と見るものが尠なくありません。故になるべく具象的に教授を進めることが必要だと思ひます。

(B) 磁鐵鑢に関する實驗。良質の品を選べば相當具象的の實驗が出来ますが, 普通品では漸く鐵粉を引く程度の磁力しか顯はしません。

磁極を結ぶ線を軸にするやうに絶縁導線を捲きつけて電流を通すると強い磁性を顯はすやうに復舊するものもあります。



(C) 形状による名稱及び磁極の意義 を知らすこと。

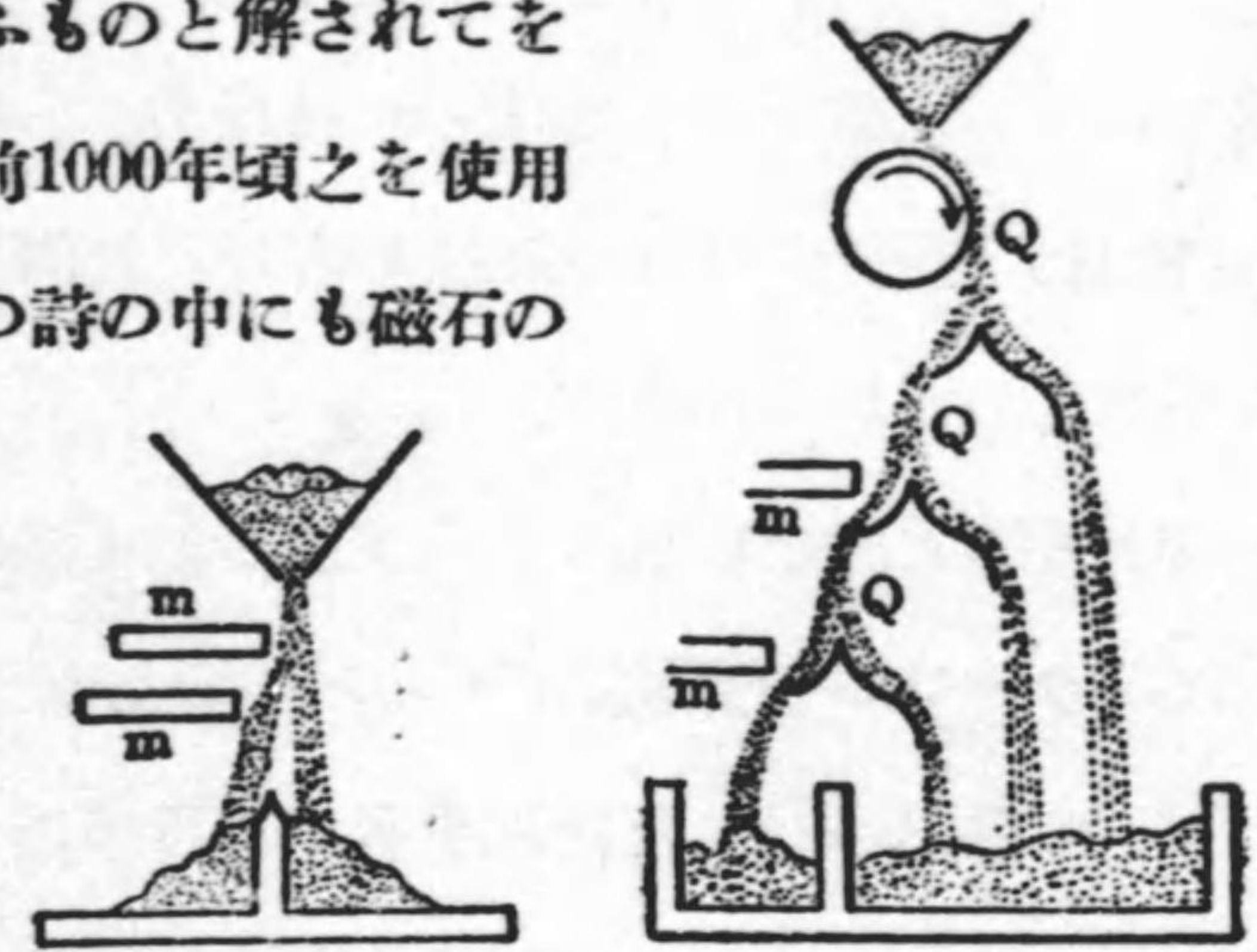
(注意) 棒磁石中には中間に極の出來てをるものがあります。之は Intermediate Pole といふもので, 強力な馬蹄形磁石などを棒磁石の横腹に接近させると出来る場合があります。不注意にかゝる磁石を用ひて生徒實驗等を行はせますと, 生徒を迷はすことがあります。殊に指力線の實驗には注意せねばなりません。

(D) 指南, 指北。地理學上の南北と一致しないことを附説して方位角の伏線となし置くこと。

### (II) 附。

(A) タングステン を加味した鋼で造つた磁石は保磁性が強く永持ちがします。

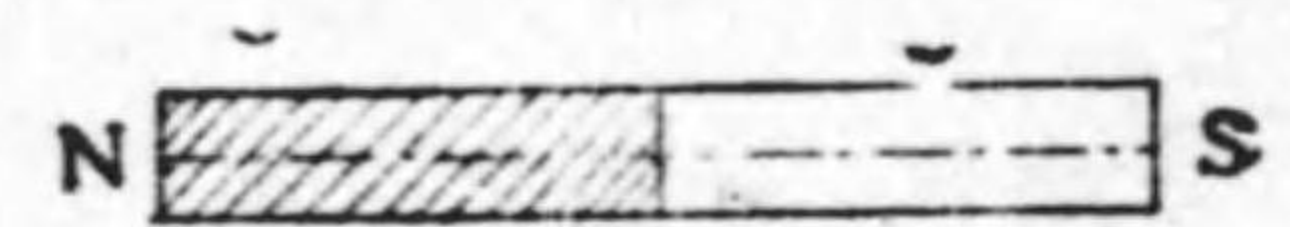
(B) 史實。支那の古い史書の中には磁針で方位を見る羅針盤のことが記されてをる。支那には磁石が南方を指すものと見做されて指南車などの古話もあります, 歐洲では北方に向ふものと解されてをる。ユダヤのソロモン王は紀元前1000年頃之を使用してをり, ギリシヤのホーマーの詩の中にも磁石のことが語られてをります。



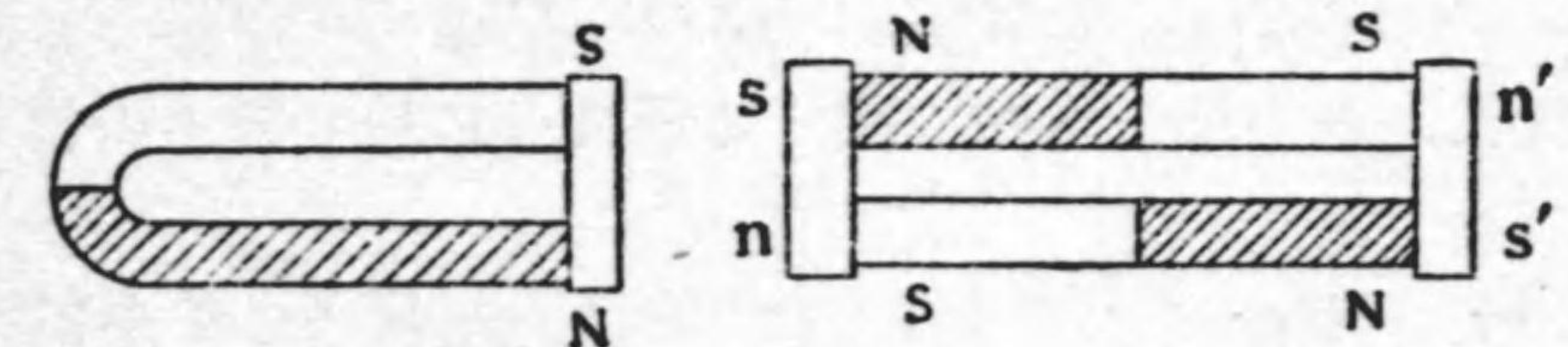
(C) 磁石による砂と砂鐵との混合物の分離法。

(附) 磁石保存法。

(A) 單獨磁石の弱る理由。單獨な磁石は下圖のやうに大きさ半分の二個の磁石を同名の極を横に揃へて放置して置くやうなものでありますから, 互に反對の磁氣感應を及ぼさうとして磁力を弱めます。



(B) 保存の形式。下圖の如くして保存すると弱まらなくなる。但し右下の圖の點線の部は軟鐵片であります。

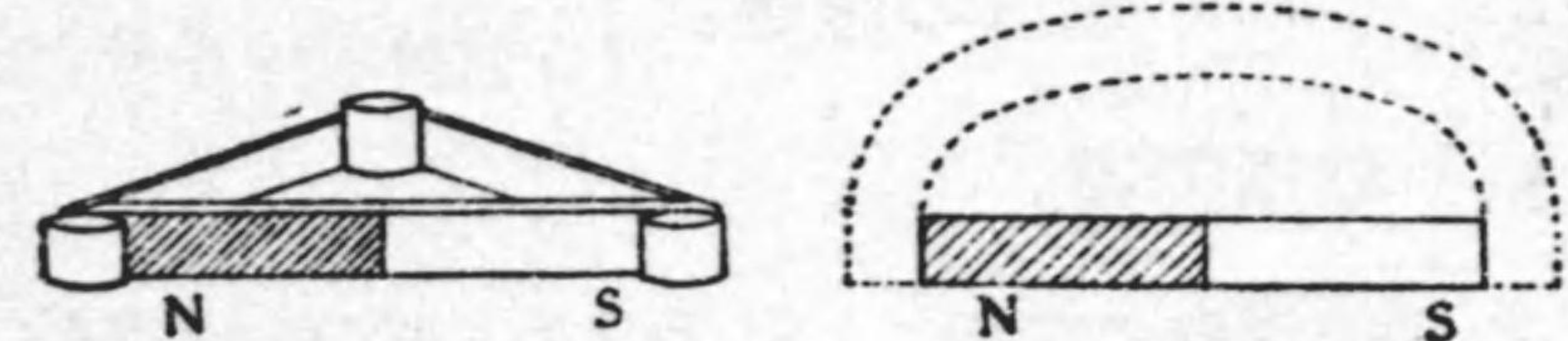


一本の棒磁石は別

圖の如く軟鐵片を利用します, 又單に南北

北を向けて置くだけ

で放置するよりは弱まること少なくあります。



(C) 保存上の注意。急打しないこと, 熱しないこと, 磨くために強く摩擦しないことなどであります。



頁 節  
121 129 磁極間の作用。

教授要項。

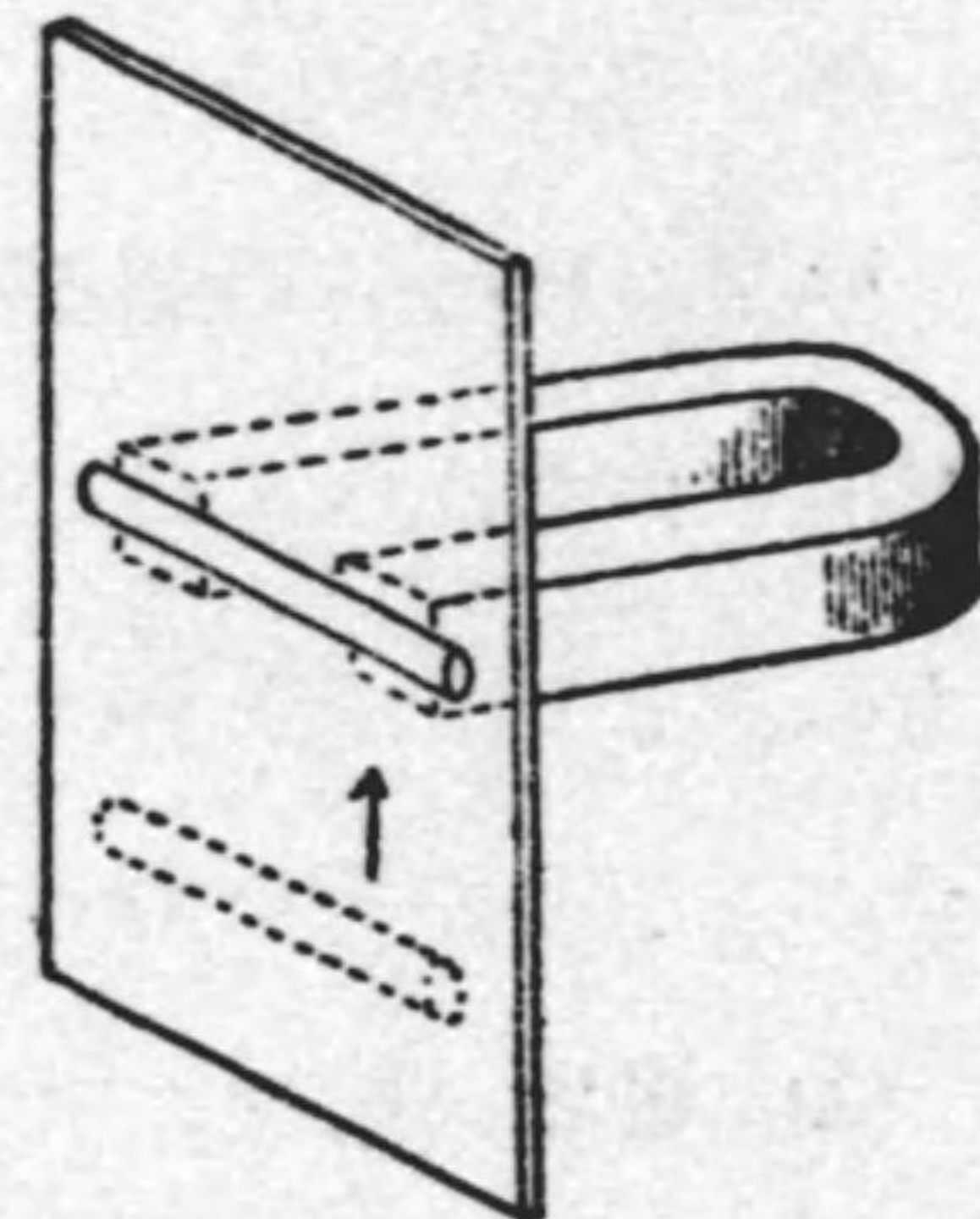
(A) 磁力, 磁気量, 磁極間の作用 を知らしめること。

クーロンの定律  $F = \pm K \frac{QQ'}{r^2}$ , Kは空気の場合を1とした磁極間の媒  
體で定まる定数であります。+は斥力, -は引力を示します。

(意見) 生徒にはKの関係を省き, 比例符號で兩邊を結んだ形で統一する  
のが適當かと思はれます。

(B) 實驗に引斥實驗の外, 下圖の如く磁媒質を隔てての作用も加へること。

(C) クーロンの實驗。クーロン (Charles Augustin de Coulomb) (1736—  
1806) は佛國の有名な物理學者で1777年振り秤を  
發明して力の正確なる測定法を樹立し, 1785年  
はそれを利用して磁石の兩極間に作用する引斥力  
を測り, 所謂クーロンの法則を見出しました。越  
えて1788年更に之を使用して靜電氣の引斥力に關  
するクーロンの定律を明らかにしました。



その他モランに先だつて摩擦に關する定律を研  
究し, 且つ單一器械に關する研究等に於て數々の偉業が認められてをります。

頁 節  
122 130 磁氣の感應。

(I) 教授要項。

(A) 磁氣感應の意義 を教科書 273 圖の如き實驗方法で明らかにします。

次の圖の如き實驗法も悪しくありません。

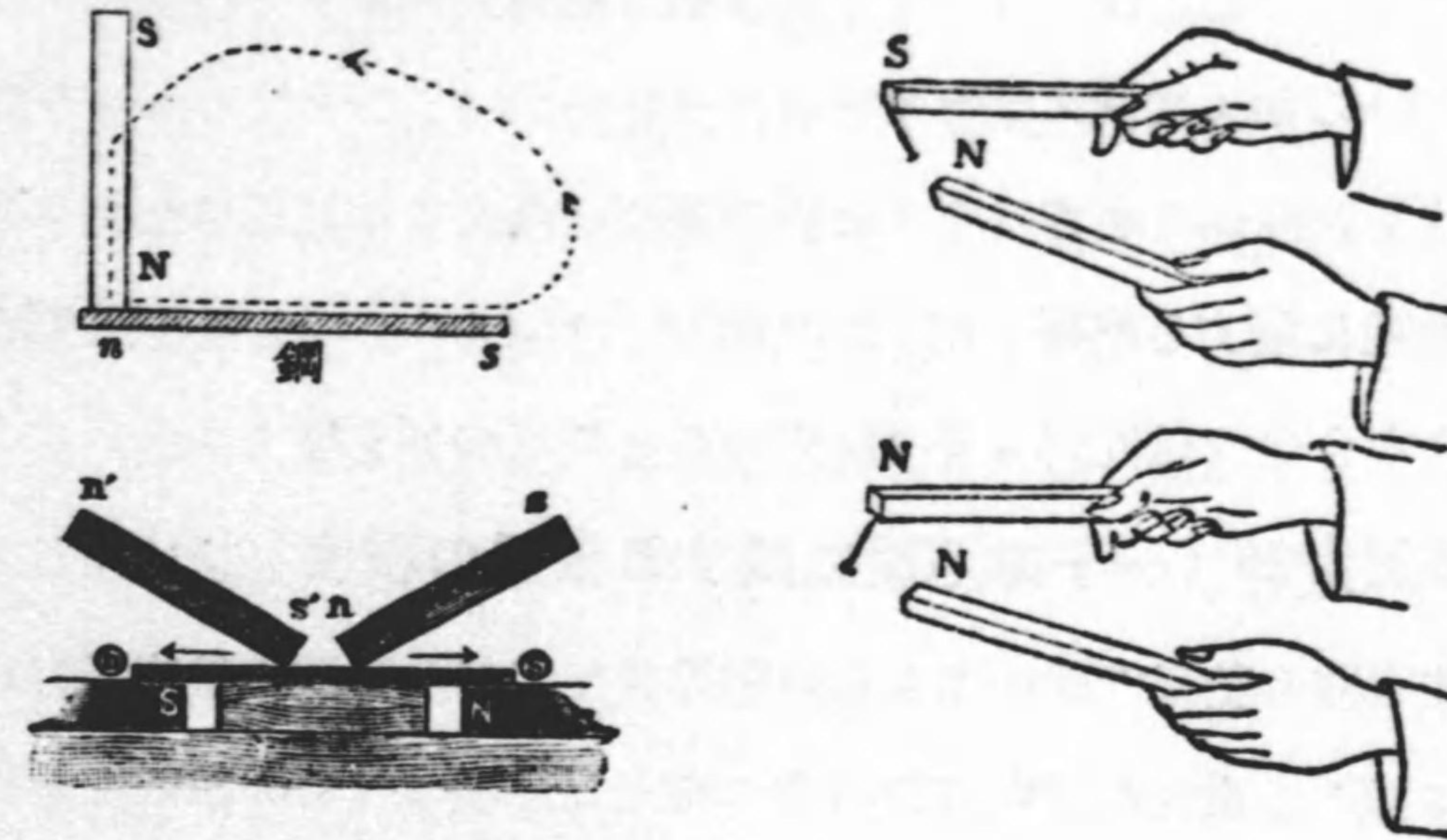
分子磁石説 を教授した上でそれより感應を説くのも一方法と思ひます。

(B) 既知の事項を磁氣感應で説明 せしめます。

(1) 鐵片が磁石に引かれること。

(2) 鐵の火箸の運動に従つて磁針の廻轉すること。

(C) 人工附磁方法の大要。

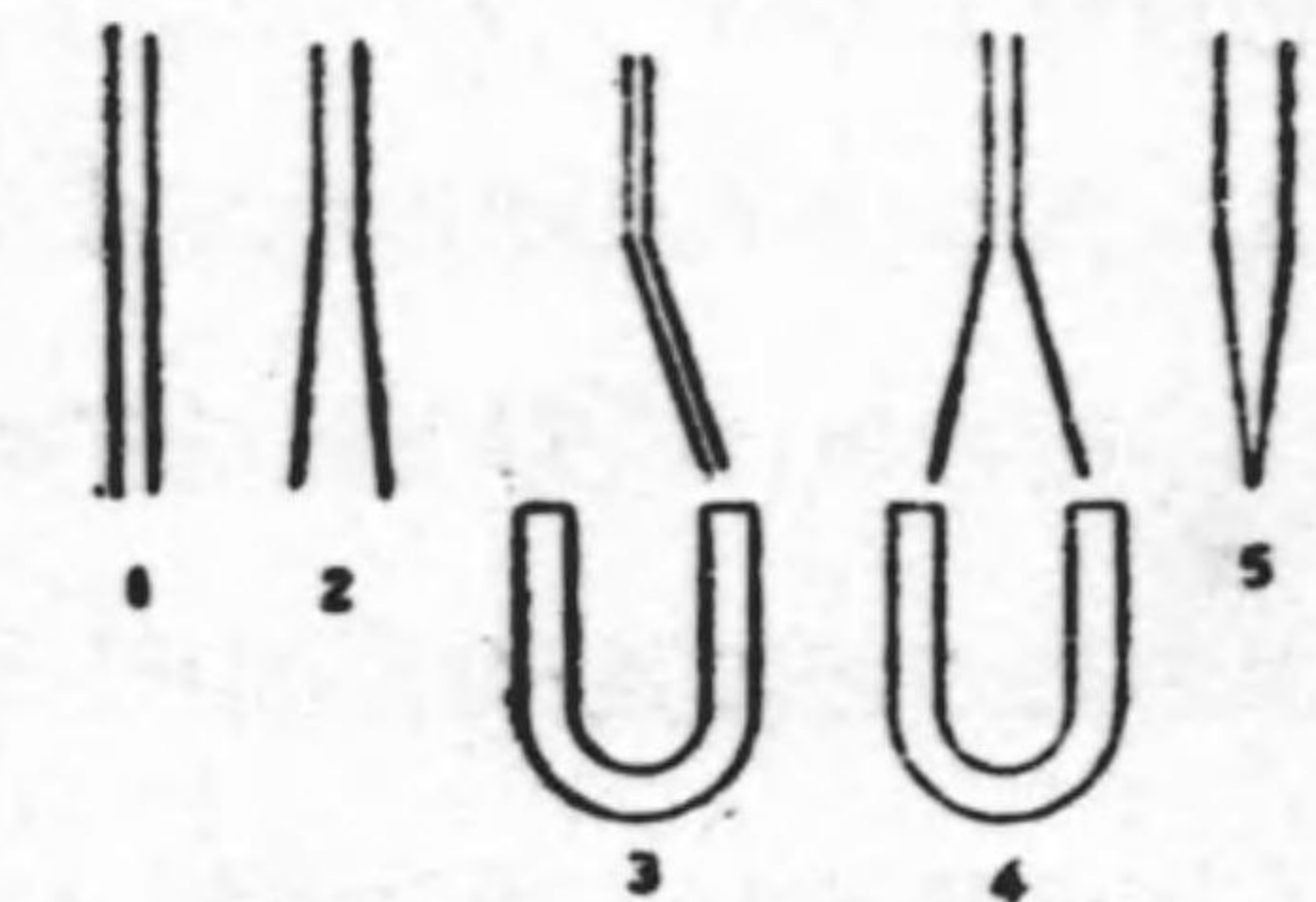


鋼製の棒に上圖のやうな操作を加へると摺り終の端に摺る磁極と反對の極  
が出来ます。

之も分子磁石説を前に投げてから導くと意義を明らかにすることが出来ま  
す。

(D) 實驗 (マホメツトの棺の實驗) 本實驗は磁氣感應と磁極間の作用等を  
併進的に教授するに都合よい實驗で, 歐米では現今盛んに行はれてをるとの  
ことであります。

之はマホメツトの棺が空中でこの實驗に於  
て現はれる針の如くに昇つたといふ傳説に因  
んで命名せられたものだとのことでありま  
す。



短小な二本の縫針を絲で吊すと圖(1)の如く平行して鉛直に垂下します。  
若しその先端を馬蹄形磁石の一極で摩した後同様に吊しますと圖(2)の如く  
なつて同名の極の反撥する有様を示すべく, 之を馬蹄形磁石の兩極間に垂下



するときは圖(3)の如く、異名の極(先に摩擦した方の極)に引かれてその方に斜に靡き動くのが見えます。

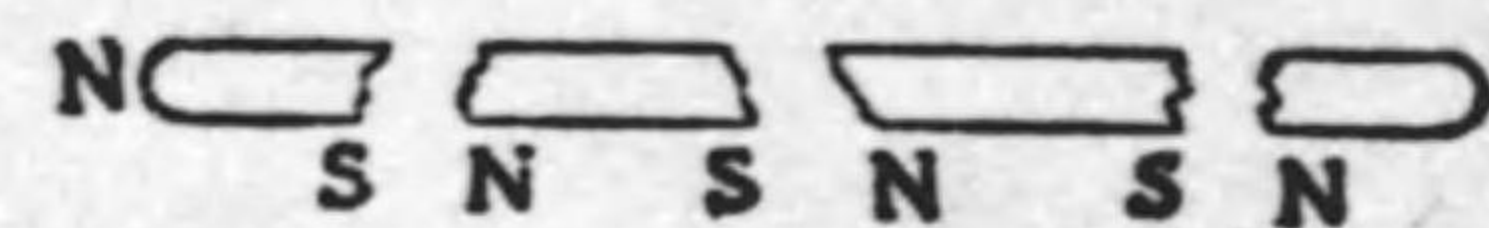
又一方の針で甲極を他方の針で乙極を摩すると、兩針の先端に異名の極が出来、之を垂下すると圖(5)のやうに吸引し磁極間に下すと各極に別々に引かれて圖(4)の如く叉状に開きます。

而して之を磁極から遠ざけますと再び圖(5)のやうな状態に復歸します。

(E) 磁性體に関する教授。鐵、ニッケル、コバルトの外にも磁性體があり、以上を含み合金で磁性體も合成出来ることになつてをります。

(II) 添加資料(分子磁石説に関する教授の程度)之は全部省略しても亦生徒實驗の整理で教へてもよいと思ひますが、時間に餘裕があれば教へて置いて種々の事柄の説明に利用すべきだと思ひます。

(1) 鋼針を磁化の後細分、右圖の如き關係を生徒に認知せしめ、



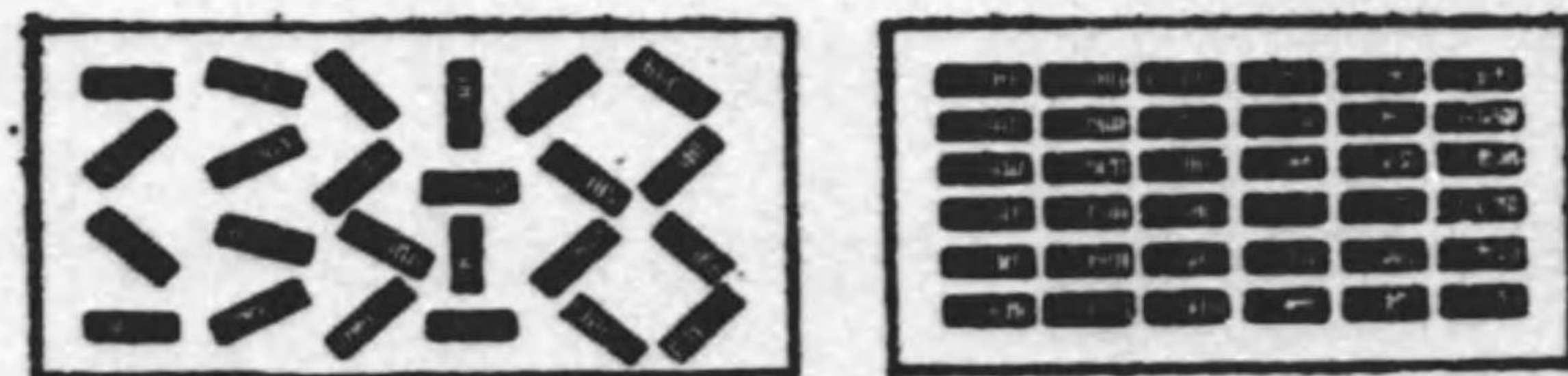
(2) 以上から磁石の最小部分も磁性を持つべきことを想像せしめます。

(3) 而して鐵が磁氣を帯びるときに他から何物も鐵中に入り込まないことを考へしめて磁石の分子は鐵の分子と一致するものでなければならないことに及び、

(4) 鐵の分子は初めから小磁石であると進みます。

(5) 而る後に帯磁とは分子の整列で、鋼と他の鐵とでその整列の亂れに難易のあることに及びよと思ひます。

右圖は帯磁の状態を説明する分子磁石の想像圖であります。



この際分子磁石説をなしたギルバート、ユーイング(Gilbert, Ewing)の

説を聞かせてもよいと思ひます。

ギルバート(1540—1603)は英人で醫を業としてエリザベス女王の侍醫を務めた人であるが、物理學上の造詣も深く、殊に磁氣學に関する偉業が多いので當時磁氣のガリレイと呼ばれました。

1492年コロンブスによつて發見せられた地磁氣の方位角や、1544年獨人ハルトマンによつて見出された地磁氣の伏角などに関する個々の思想を整理し、地球がそれ自身に於て一大磁石で、地理學上の南北極に近くその極の存すること、及び磁針に於ける指北、指南極と正しく反對の極がそこに存するものなることを斷定しました。之が1600年のことであります。

氏の學說中で特に有名なのは分子磁石説であつて、氏は磁石の分子は何れも極の強さの相等しい小磁石で、その各小磁石が前圖の如く、同名の極を同方向に向けながらその磁軸の方向に一樣に整列してをるものであるとしました。

この説に従ひますと磁石の切斷部に一定方向に同名の極を示す如く新極を顯はすこと、及び磁石の兩端に磁力作用を強く現す磁極の存すること等がよく説明出来ます。

ユーイング(英人) ギルバートの首唱した上の學說を修正して鐵の各分子は、それが磁氣を帯びた場合と帯びない場合とに限らず皆一個の磁石であるとしたのはウェーベル(Weber)でありましたが所説に不徹底の所がありました。

之を更に改めて今日一般に信じられてをる分子磁石説を樹立したのがユーイングであります。この所説は次の如きものであります。

(1) 磁氣を帯びると否とによらず總ての磁性體の分子は皆一小磁石である。(ギルバート)

(2) 磁氣を帯びない場合の分子磁石はその配列が頗る亂雑で、その部で各



所分子の磁極の作用が相殺するため、一體として外部に該作用を現さない。

(3) 磁性體が磁場内に持ち來されると、各分子はその軸を磁場の方向に向けて整列し磁性を顯はす。

(4) その整列の程度は磁場の強さの増加と共に増大整頓するが、磁場の強さが甚だしく増大して分子磁石の全整列が完結するとそれ以上極の強さは増さない。

この説によると磁石を亂打したり、強熱したりするときに磁氣の消失、減衰する次第や、鋼鐵を磁場内で強打するとき、磁性を増すことなどが完全に説明出来ます。

頁 節  
123 131 磁氣指力線。

(I) 教授要項。

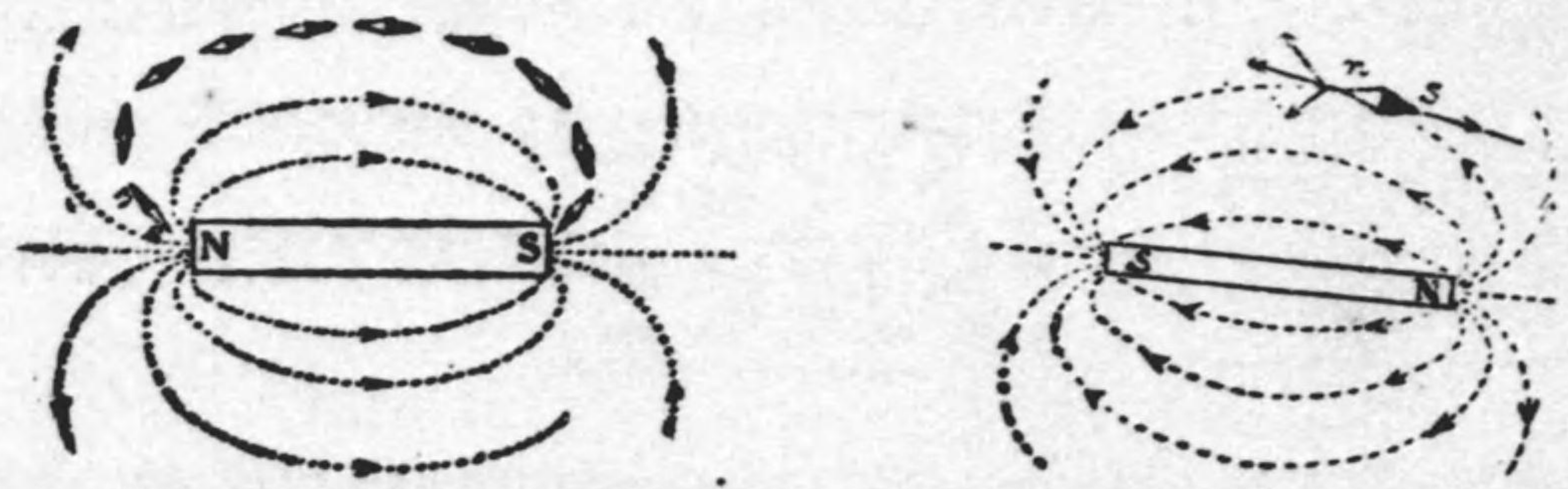
(A) 鐵粉による指力線實驗。之には細かい鐵粉、例へば製針鐵粉が有効であります。磁石は色々の方向に列べて見ること。

(B) 磁氣指力線の分布 につき説話すること。

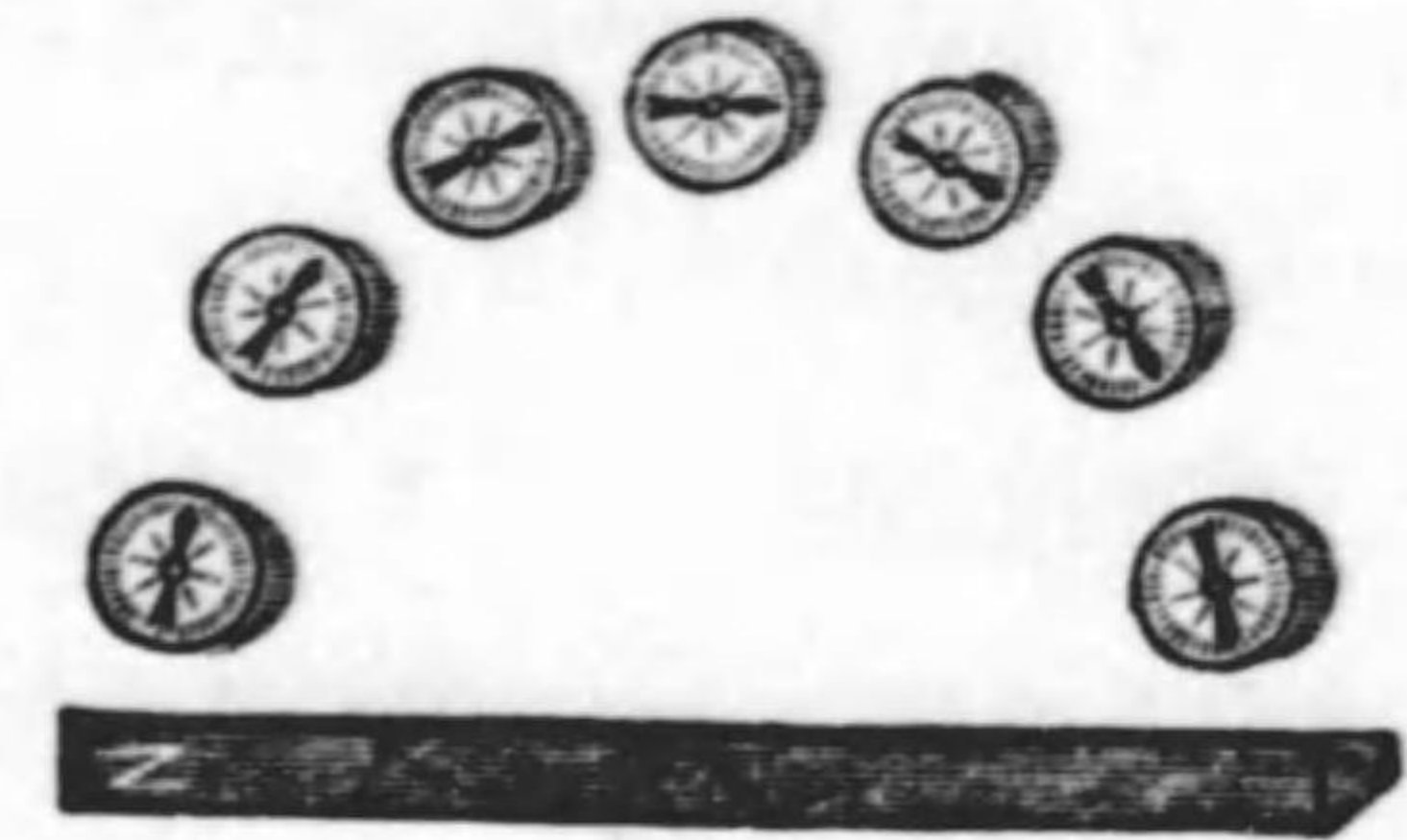
指力線は皆磁石の一極に始まり他極に終り互に交叉しない。

兩極間を立體的に種々に連結する無數の線をなして配置せられてをる。磁場の強弱で疎密がある。強い部分は指力線が密で弱くなる程疎になる。

曲線上の各點に於ける切線でその點の磁場の方向を知ることが出来ること等につき知らします。



(C) 立證實驗。以上を立證するために次の如く小羅針盤を用ひて棒磁石の周圍につきその磁針の方向を見、且つ記入して見ると磁場の方向が磁力線に對し切線（接線）の方向をなすことが明瞭に示し得られます。



(II) 參考資料。磁氣指力線の意義。

今一磁石のつくる磁場内にN極を持ち來したとすると、その極は、その點を通る指力線に沿うてその磁場をつくる磁石のN極からS極の方へ運動させられることとなります。

即ち磁力線とは一N極が一磁石の磁場内で磁力のために動かさるべき道の曲線で、N極から出てS極に入るものである。

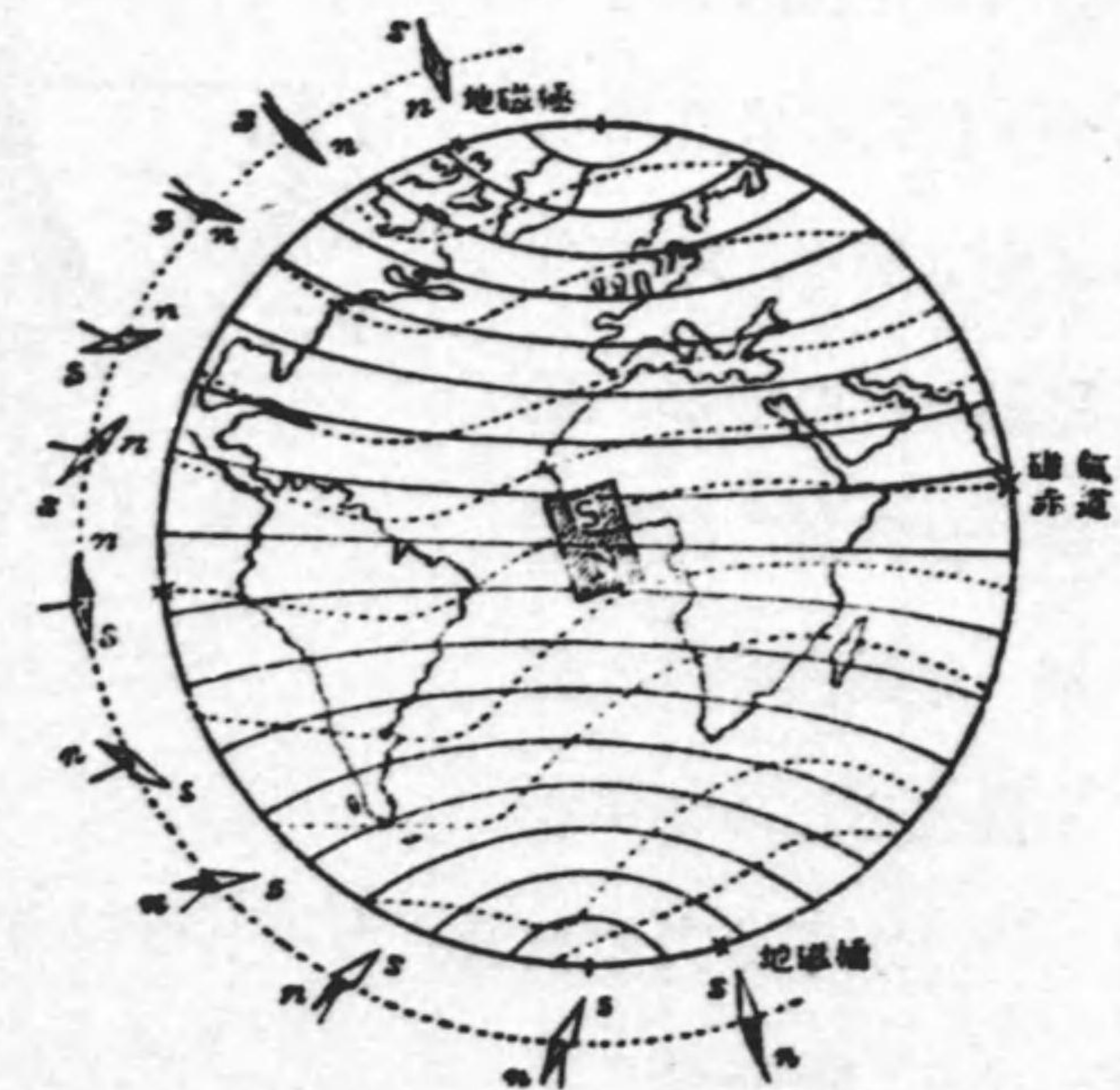
又の如き見方もあります。磁力線とは一磁石の磁場内に引いた曲線で、その上の各點の切線が常に磁場の方向を示すものである。

頁 節  
124 132 地磁氣。

(I) 教授要項。

(A) 地磁極の假想 を根柢とし、下圖の如き想定圖に従つて地北極に近くS極、地南極に近くN極のあること。地表の磁力線の方向等を考へさせます。

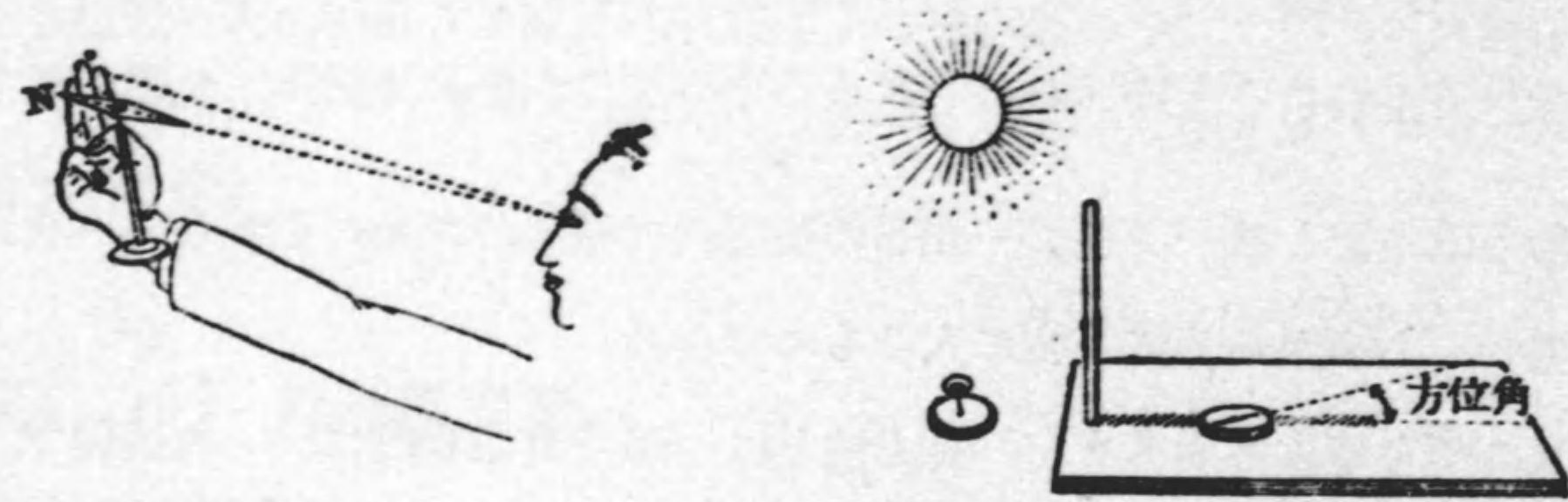
地表が等一的な磁場を有する磁化關係から地磁氣の兩極は殆ど地球の中心に近く存するものと考へるのが妥當であると云はれて居ります。地表の磁力線の方向を考へさせます。





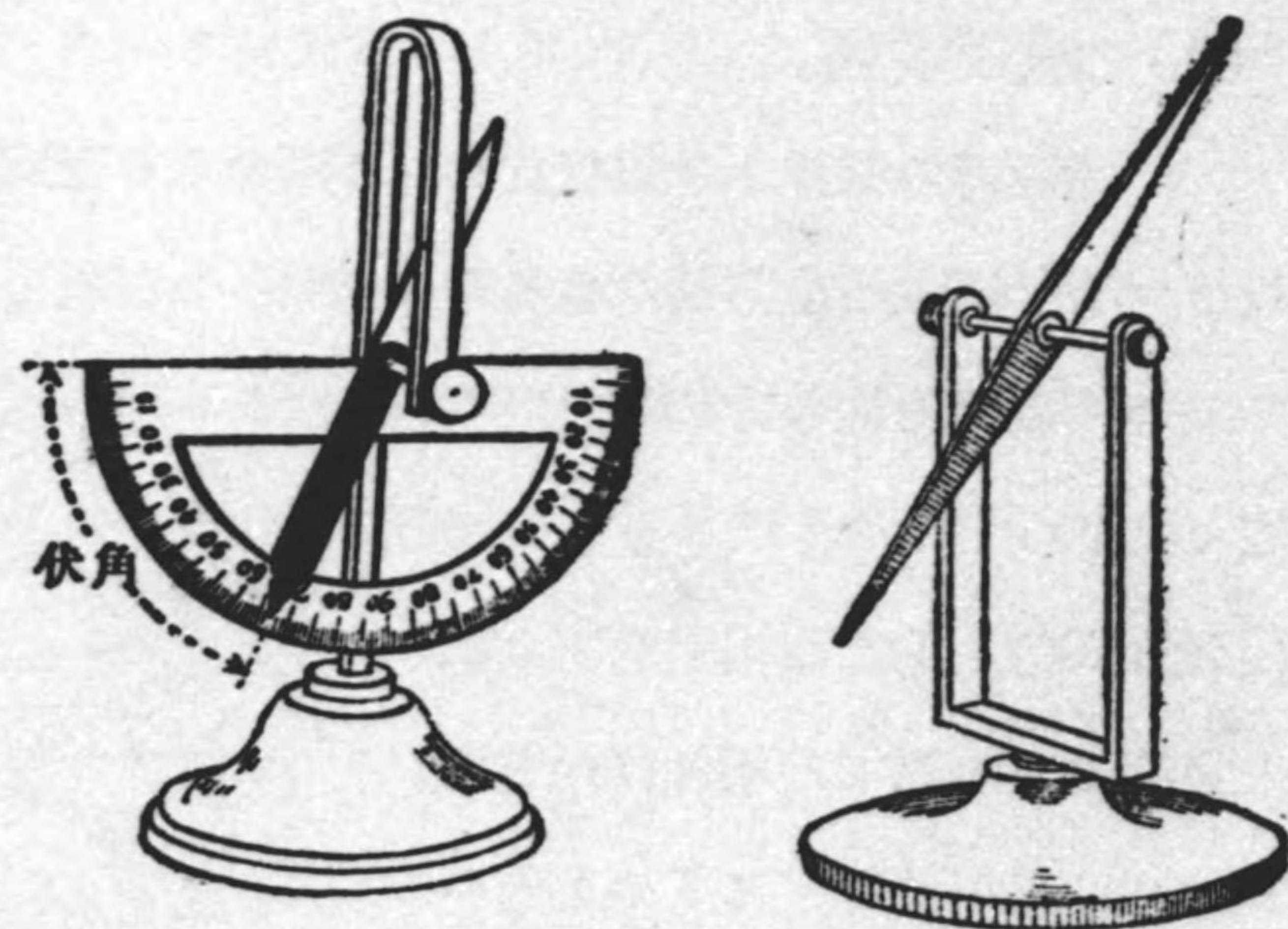
(B) 方位角(或は偏角) の教授。地磁極と地北極との不一致から方位角の出来る次第を解き、地磁氣の子午線面と地理學上の子午線面とのなす角をその地の方位角といふことに及びます。

等方位角線 のことを附説します。我が國中部地方では手を充分に前に伸ばすとき指三本が眼に張る角度だけ磁針の Nの方が實際の地理學上の北よりも西に偏してをります。



方位角は正午に於ける鉛直棒の蔭法師の方向と磁針の方向とからも上圖右の如くにして簡単に求められます。

(C) 伏角(傾角) の教授。傾針(伏角計)による實驗を行ひつゝ伏角の成立する理由を解き、地點の移動とその増加、減少、伏角線、磁氣赤道、地磁極等の意義を推究せしめます。



( 水平分力の教授。力の平行四邊形の關係から分力として説明すること。

(II) 参考資料。

(A) 我が國各地の三要素。

地名	偏角	伏角	水平分力
大泊	8°38'	60°23'	0.253(C.G.S.單位)
札幌	7°30'	57°4'	0.268
仙臺	6° 8'	51°51'	0.289
水戸	5°30'	49°38'	0.296
豊橋	5°24'	48°10'	0.304
京都	5°33'	48°41'	0.306
鳥取	5°55'	49°35'	0.305
廣島	5°20'	48°15'	0.312
徳島	5°16'	47°30'	0.310
宮崎	4°32'	45°24'	0.321
唐津	5° 1'	47°33'	0.316
釜山	5°22'	49°41'	0.312
仁川	6° 4'	53°12'	0.300
臺北	2°10'	35°26'	0.358
卑南	1° 6'	31°29'	0.365

(B) 世界各地の三要素。

地名	偏角	前年の差	伏角	前年の差	水平分力	観測年
青島	西 4°32'	+0.3'	52° 6'	+0.7'	0.309	1932
香港	西 0°43'	+0.6'	30°43'	-0.1'	0.375	1929
ミュンヘン	西 6°55'	-11.0'	63° 5'	-1.0'	0.206	1930
イタリー(ボラ)	西 6°28'	-11'	60°13'	+2.5'	0.220	1922
アピンチャー(英)	西 12°14'	-12'	66°52'	-0.1'	0.185	1931
ホノルル	東 10° 5'	+10.7'	39°21'	+3.4'	0.286	1931
アフリカ(ロアンダ)	西 16°12'	-4.1'	南下35°32'	+5.2'	0.201	1910



(C) 地磁氣の變化。地磁氣の變化には時に關して週期的に起るものと全く不時に變化するものがある。

(1) 日々の變化。一日を週期として正しく變化するもので、我が國の方位角の如きは、朝が最小、次第に増大、午後最大に達し、漸次減少、翌朝再び前日の如き最小値に復る。

(2) 年々の變化。一箇年を單位とする週期で四季につれてその値を變化するもの。

(3) 永年の變化。週期が長い年月に亙るもので、或る長時間を一週期として變化が循環的に起るもの。

我が國では伊能忠敬の頃は地磁北と地理上の北とが一致して居たとのことであるが、今日では前表の如き相違になつてをる。

(4) 磁氣嵐。太陽の黒點、極光の出現、火山の爆發、地震等に大なる關係を有するもので、不時に急激なる變化を發現します。

(D) 史實。地磁氣の方位角に關して疑問を持ち始めてその調査を行つたのはコロンブスで1492年之を見出しました。又伏角は獨人ハルトマンが1544年に發見しました。即ち鋼針の重心を支持して水平にして吊し置き、それに磁性を與へた處、指北極が急に下向した事實が動機だと云はれてをります。

頁 節  
125 133 羅針盤。

### (I) 教授要項。

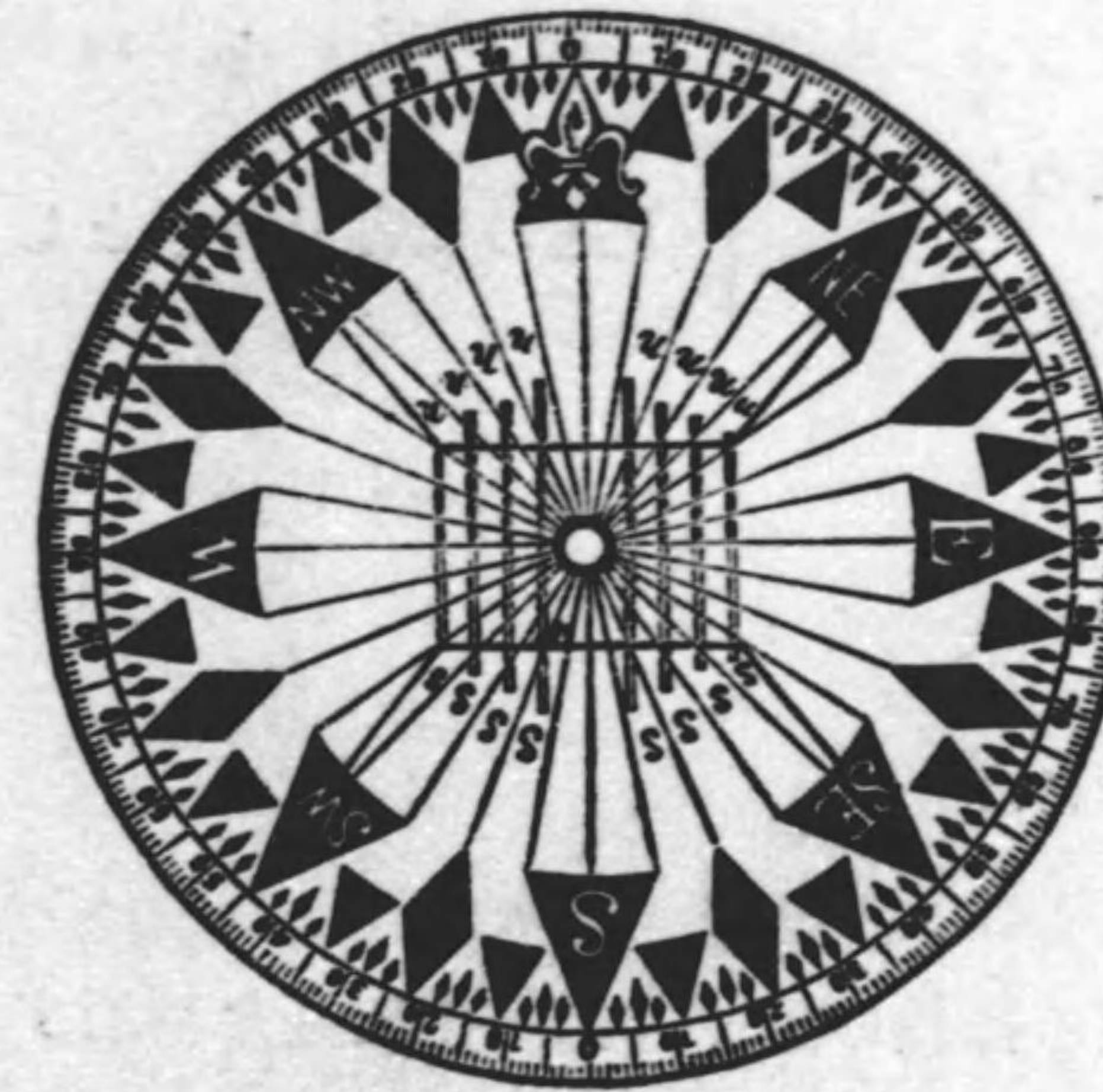
(A) 「航海と羅針盤の必要」につき。

(B) 羅針盤の構造。

(1) 稱平環 は羅針盤の方位板面を常に水平に保たしめるに必要なもので内外二つの同心眞鍮環が互に直角な水平廻轉軸の周りに自由に廻轉するやうに出来てをります。

右圖の如き稱平環附羅針盤として知られてをる實驗用具を船に擬した箱なり板なりの上に置き、その箱又は板を種々に動かしてその作用を實驗すれば生徒の了解を速かならしめ得られます。

(2) 方位板 は下圖の如く詳細に方位を記入した軽い圓板で、裏面に八本の長短の磁針が同位的に平行に貼附してあります。



(3) 船首の方向を示す指標。方位板を納めた圓筒は稱平環の作用で常に水平に支持せられつゝ、船の水平的移動のまゝに船と共に動きます。

而して船首の方向に指標がありますので方位板の此の指標に對する方位を読めば船首の指してをる方位が知れます。



## 第二章 靜 電 氣

頁 節  
126 134 電氣、帶電。

(I) 摩擦電氣の歴史。西曆紀元前6世紀の頃、ギリシヤ七賢人の一人であつたターレスが琥珀を毛で摩擦すると輕體を吸引するに至ることを發見しました。

當時は之を「運動を生ずる靈魂の作用である」と稱して居ました。その當時は金と銀との合金及び金のことをエレクトロンと呼び、又磨いた琥珀が黄褐色に輝くのでそれまで同様の名を以て呼んでをつたと云ひます。



それで後年英國に出て電磁氣の研究を組織的に始めたかのギルバート (1540—1603) が之にエレクトリシチー (電氣) なる名を與へたとのことであります。

又ニュートンが英國の學士院で硝子棒を布で擦り、紙片を吸引する實驗を行ひ、當時の學者達を驚かせた記事が英國學士院の記録に残つてをるところであります。

(II) 教授要項。

(A) 摩擦發電の實驗。

(B) 輕體又は電氣振子でその作用を試めします。

(C) 電氣、帶電、帶電體等の意義の教授。

上述の史實を背景とし

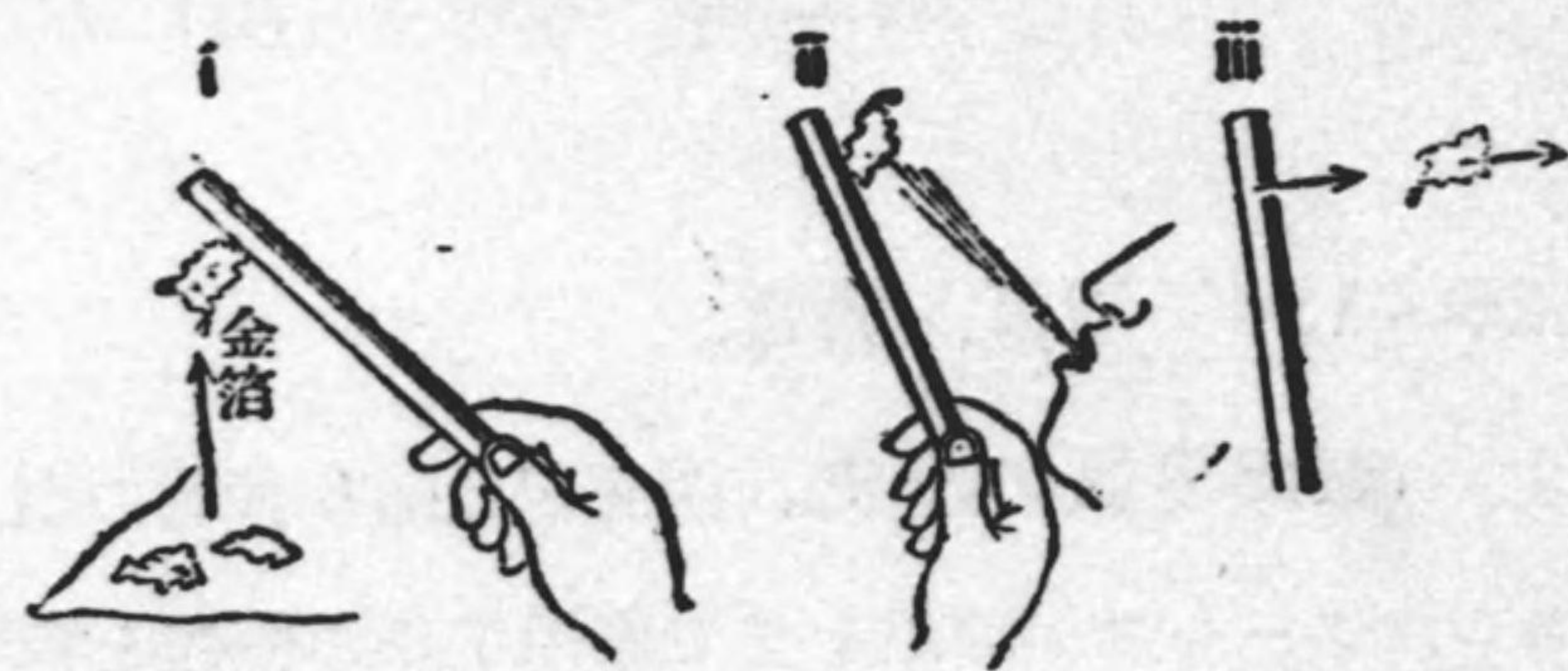
て進めば有效なものとなりませう。

頁 節  
126 135 二種の電氣。

教授要項。

(A) 帶電體の引斥實驗。教科書 126 頁の挿繪の如く、發電棍支臺を利用すると、この實驗を容易に且つ興味深く行ふことが出来ます。

又右圖の如くして金箔に帶電させたものを空氣中に吹き上げ、帶電棒で追ひ廻すと面白い實驗が出来ます。



(B) 二種の電氣。以上から電氣に二種あることを知らしめます。

(C) 摩擦發電 の場合には兩方に等量、異種の發電をなすことを知らしめます。之には驗電器の上に金屬筒を置き、その中に猫皮で摩擦したエボナイ

ト棒を猫皮と共に置いて置いてエボナイト棒を引き出すと、それまで開いてゐなかつた驗電器の箔が開き、棒を入れると共にまた箔が閉ぢるのを見せますとよく理解することが出来ます。



(附) 帶電列。猫皮、毛織物、シエラツク、硝子、紙、絹、人體、木材、金屬、封蠟、護謨、硫黃、エボナイト。

以上の列中の二物質を摩擦せしめますと、初位にあるものは陽電氣を帶び、末位のもは陰電氣を帶びるやうになります。



又前後の間隔の大きい程その發電量が大きあります。

斯くの如く物質を列べた列次を帶電列といひます。

絶縁した人體なども猫皮で打つと帶電いたします。

(D) 電氣力。同種間に働く斥力又異種間に作用する引力の如く帶電體の間に帶電のために起る引斥力を電氣力といひます。

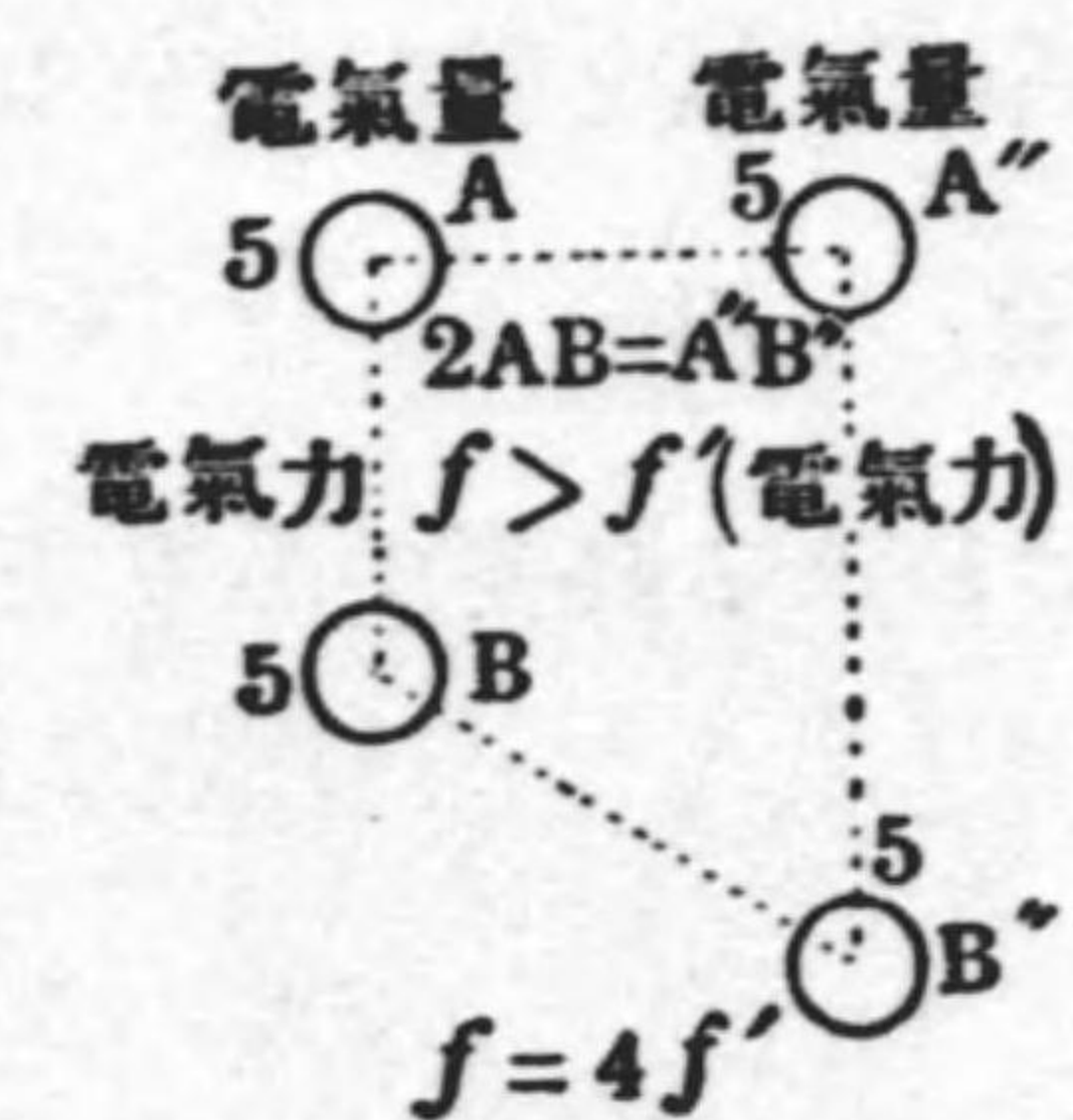
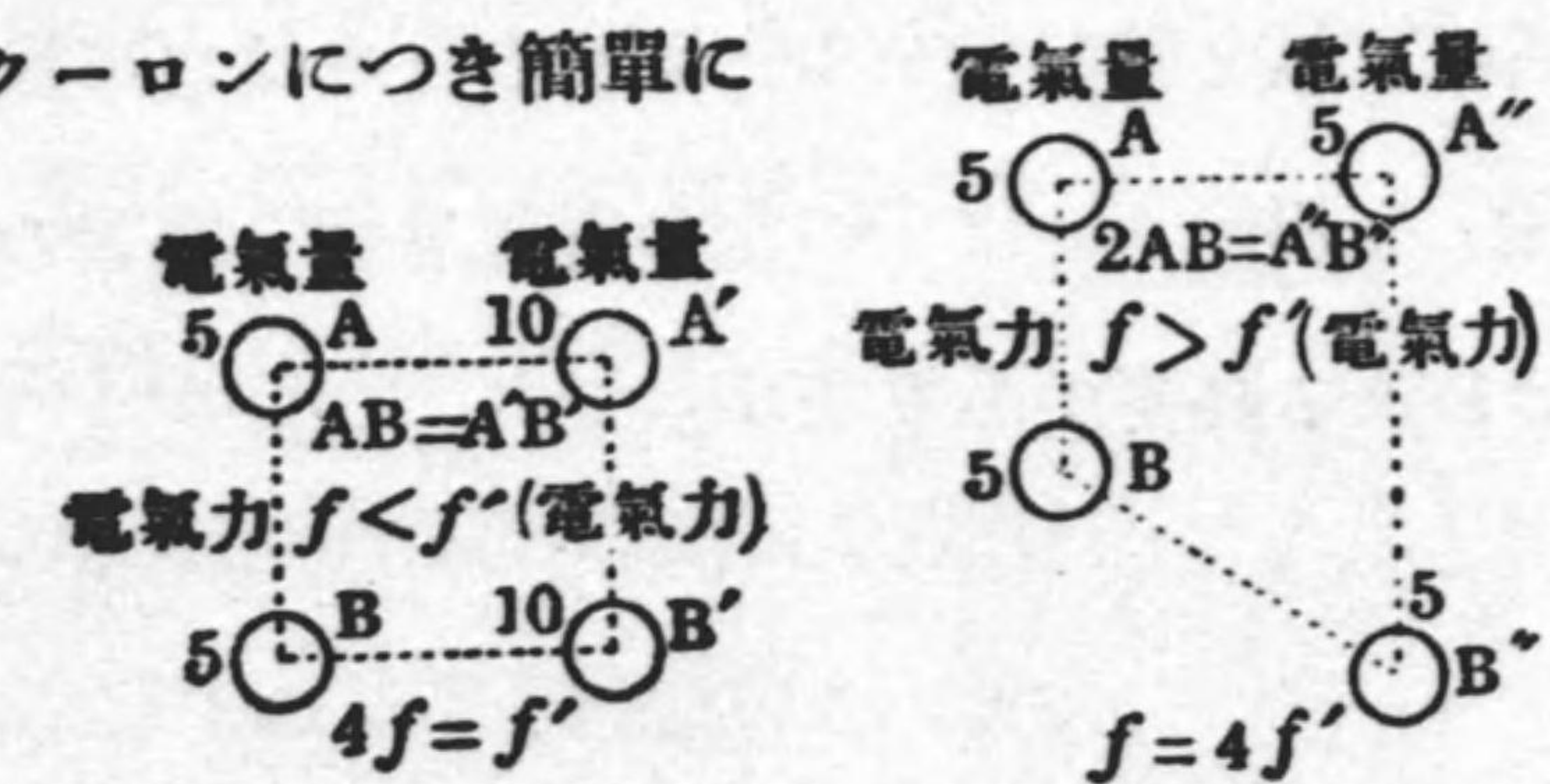
頁 節  
127 136 クーロンの定律。

教授要項。

(A) 帶電體の電氣量の比較法につき説明。

(B) 電氣量の實用單位なるクーロンにつき簡単に知らしめます。

單に名稱に止める程度のことを述べ、靜電絶對單位との關係などに及ばない方がよい





かと思ひます。

(C) クーロンの定律の説明。萬有引力、磁極間の作用などと比較しながら電氣力相互の關係に入り、本定律を説明します。

頁 節  
128 137 驗電器。

教授要項。

(A) 驗電器を帯電させて箔の開く理由を究明せしめます。

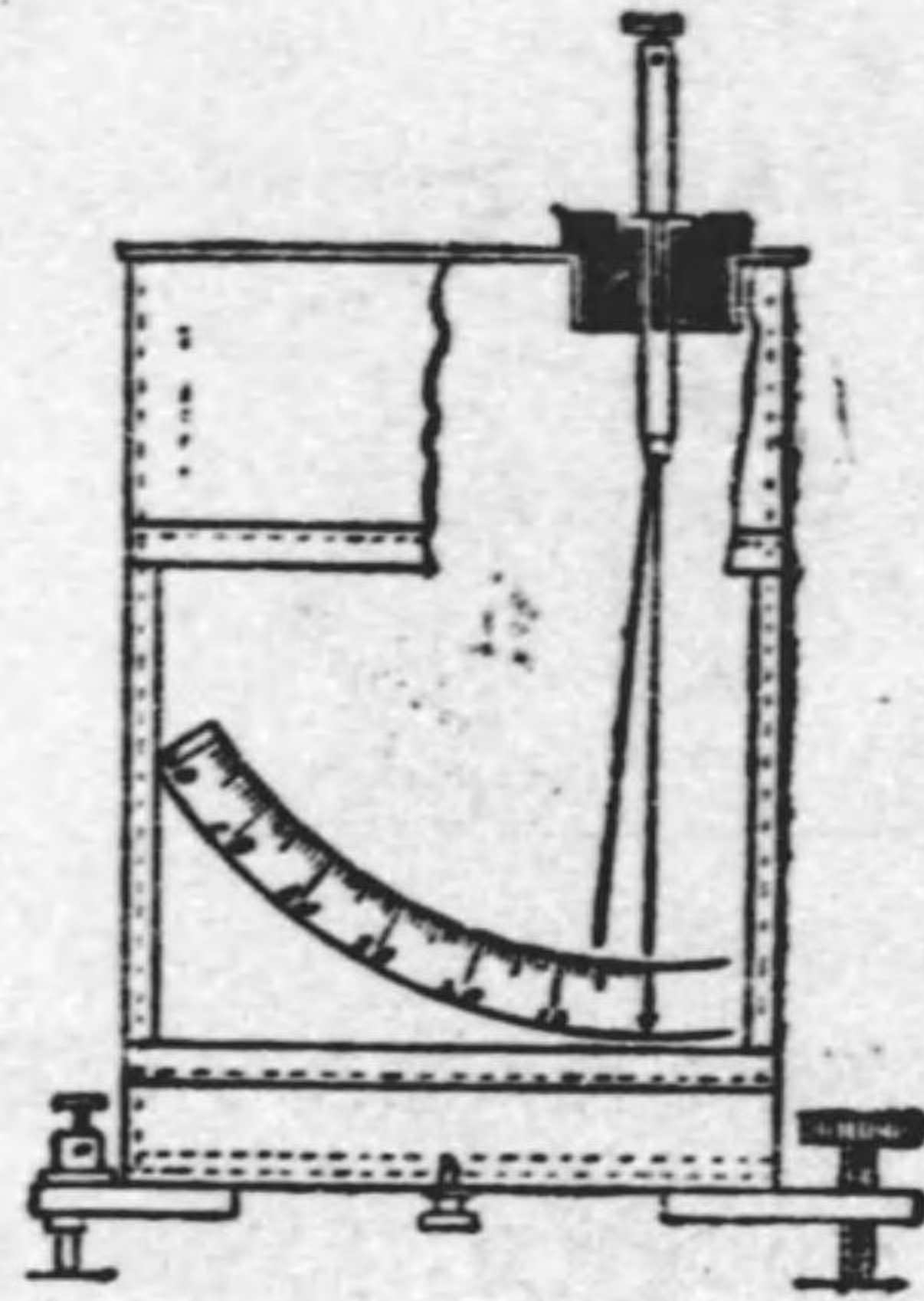
同種の電氣が相反撥することより箔の開く次第に及びます。

(B) 構造。以上の作用をなすために必要なる

各部の構造を窺はしめます。

頭板及びそれに連結せる金屬棒。(良導體)

コルク栓と金屬棒との間に介在する絶縁部、殊に金屬箔(アルミニウム箔)の著しく軽いこと、丈夫なこと。



(C) 用途。

(1) 物體の帯電の有無を検す。

(2) その帯電量の多寡を検す。箔の開きの大小から。

(3) 帯電の種類を検す。驗電器を弱く帯電せしめて置いて未知の帯電體を近づけると、箔の開くことと、閉ちることがある。開くときは近づけると箔の開くことと、閉ちることがある。開くときは近づけた帯電體が驗電器と同名の電氣を帯びてをり、閉づるときは之に反します。

(附) 用途(3)は140節の電氣感應を學習の上で問題としてその理由を究明せしめる必要があります。

頁 節  
128 138 電氣の傳導。

教授要項。

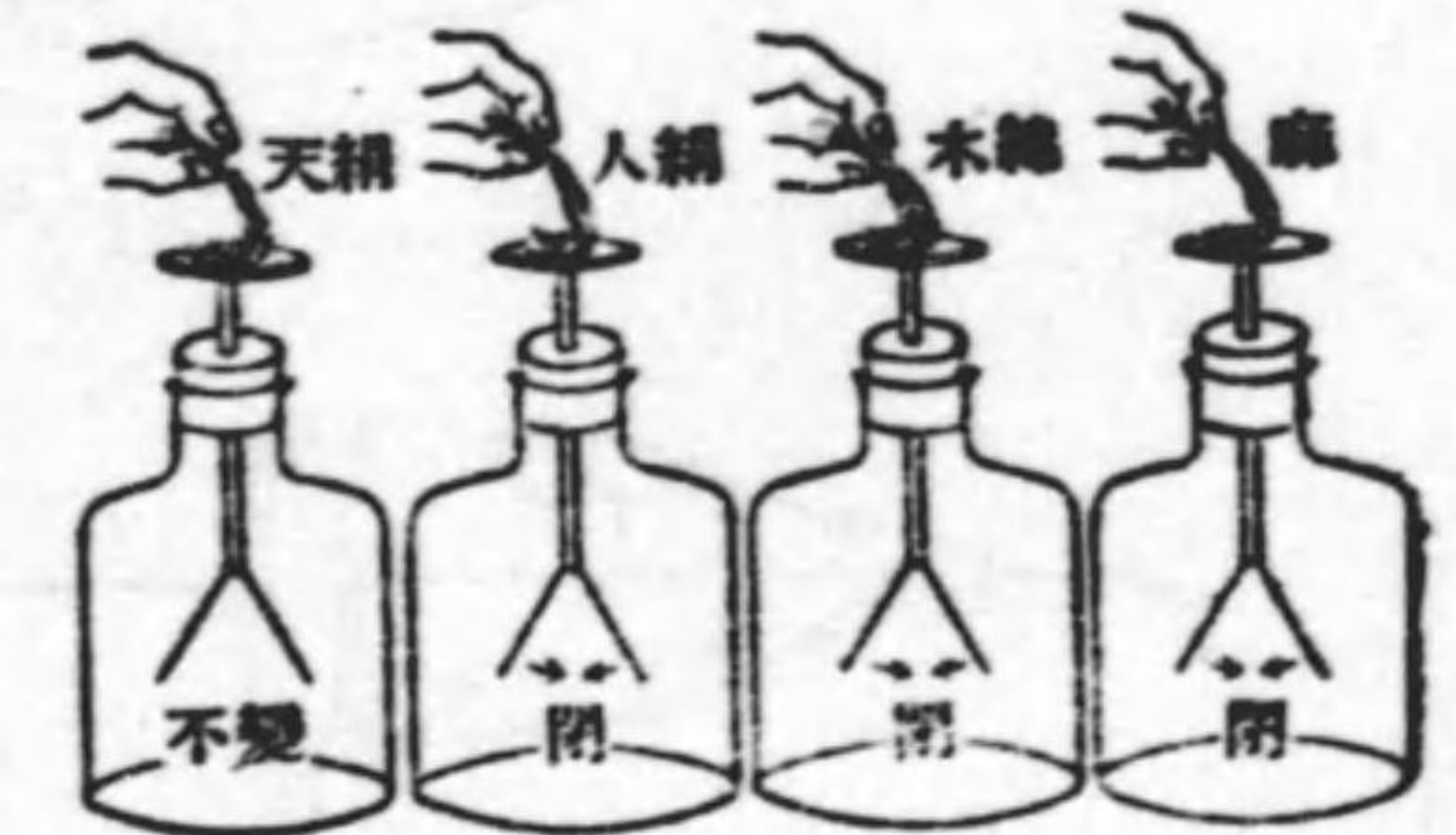
(A) 良導體と不良導體との區別。帯電せしめて箔を開かせて驗電器に金屬とかエポナイト棒とかパラフィン塊、人體、硫黃片等を觸れしめ、箔が閉づるか、その儘なるかで良導體と不良導體とを區別します。

(良導體)、金屬類、不純な水、水素、鹽類の水溶液、酸、アルカリ。

(不良導體)、パラフィン(蠟燭の蠟はステアリン酸を含み多少良導體)、エポナイト、硝子、封蠟、琥珀、絹、毛布。

(半良導體)、人體、乾いた木片、アルコール、綿等。

人造絹絲(半良導體)と天然絹絲(不良導體)との區別、に關する實驗。



(B) 絶縁體並びに絶縁方法 につき教授。

頁 節  
129 139 電氣の分布。

教授要項。

(A) 電氣の表面に存する實驗。

(1) 教科書の如く二個の驗電器を使用するもの。之は非常に面白く出來ます。

右圖のやうに二個の驗電器を重ね、上の驗電器は豫め導線で頭板と硝子容器とを連結して置く。而して上の驗電器に帯電棒を接觸して見ると、電氣は導體の表面に分布するので、上の驗電器では内部の箔に及ばず、その外容器に配布せられて下の驗電器の頭板より下箔に及び下の驗電器の箔ばかりが



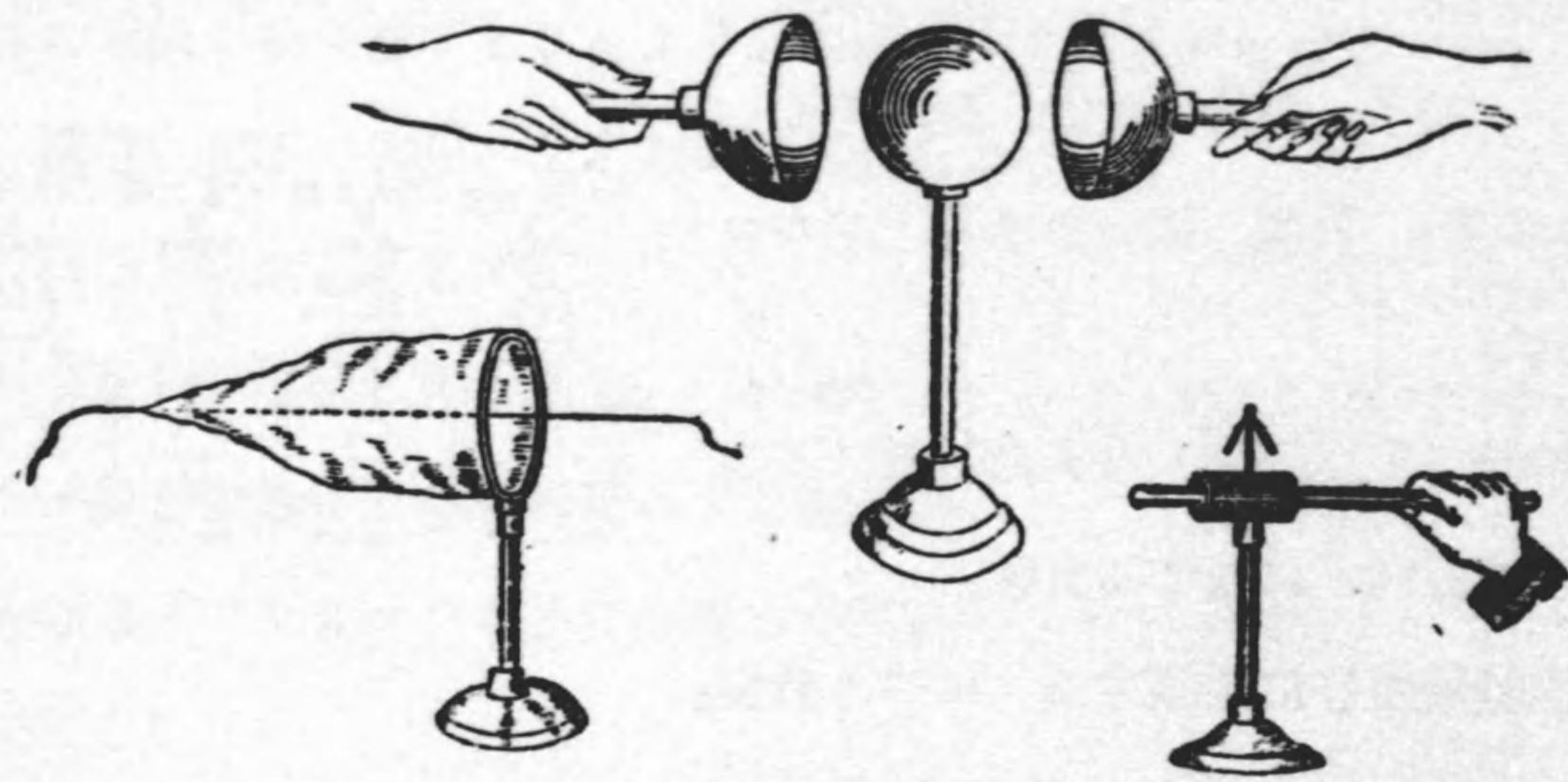


開くやうになります。

(2) 下圖の實驗法は古から知られてをる良法であります。但し特別の用具を要します。

下圖のやうな麻布製の袋に電氣を與いて置いて袋を裏返しにすると電氣はその表面に移ります。

又右下の圖の如く内面に帶電棒で電氣を與へれば外部に出で次に試電板で内部を試しても内部に存しない實驗なども面白くあります。

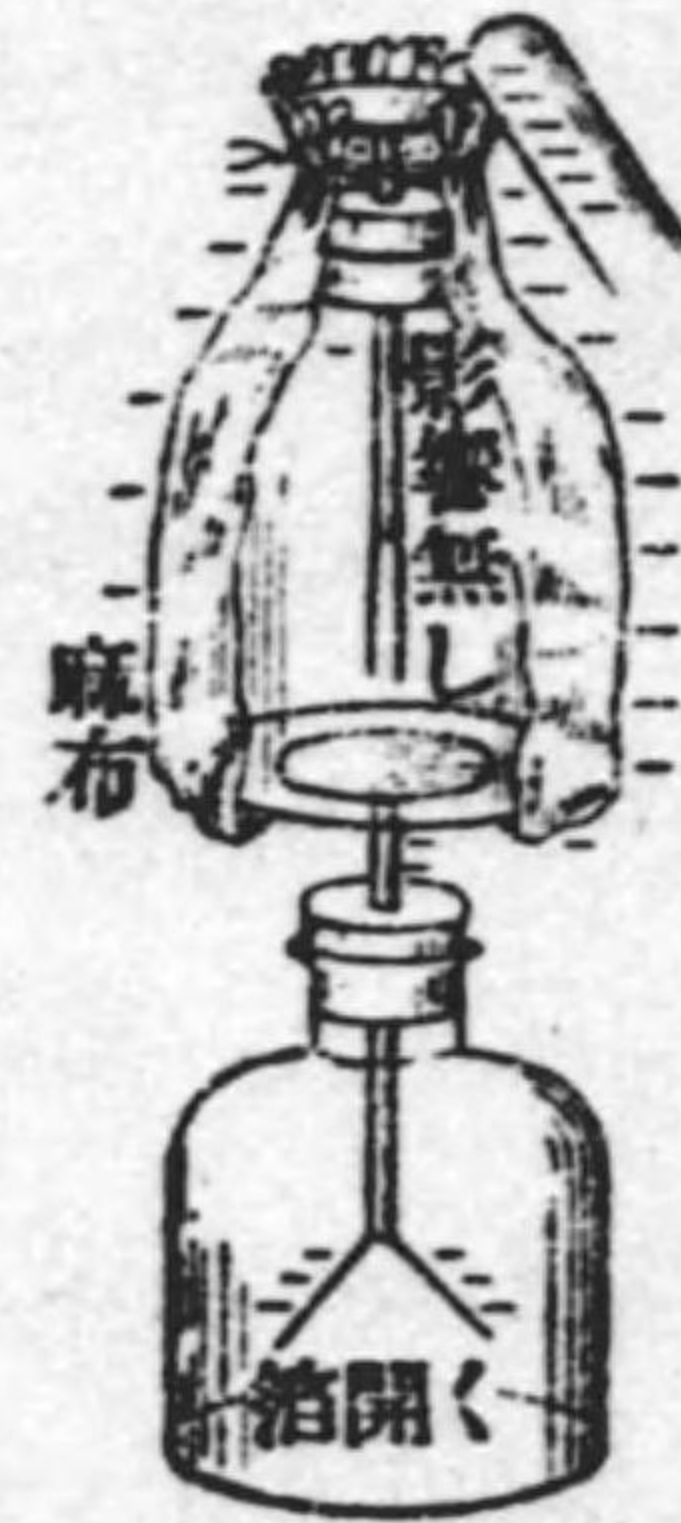


又強烈な電氣を扱ふ場合には身體の外面を金屬網製のもので覆ひます。

電氣の表面に分布することの應用。  
(銅網をつけての高電壓作業)



同左に關する古い習慣の説明。  
(蚊帳の中に落雷を避ける)



(B) 以上の理由の考察。同種の電氣が相反撥する結果かくなることを考察せしめます。

右方の圖のやうに驗電器を麻布で包んでそれを他の陽電氣の頭板上に重ねその麻布で包んだ驗電氣に電氣を與へますと箔は下方の驗電器のみが開き、上方のやうな良導體の内部に電氣の來ないことが判ります。

(C) 電氣の表面密度。帶電體の表面に於ける單位面積上に配布された電氣量を、その表面密度といひます。

之は彎曲部、屈曲部等に大で、平滑扁平な部分に小であります。稜角尖端には絶大になります。

球面には一樣に配布。

棒状のものは兩端に多く中央部が少い。

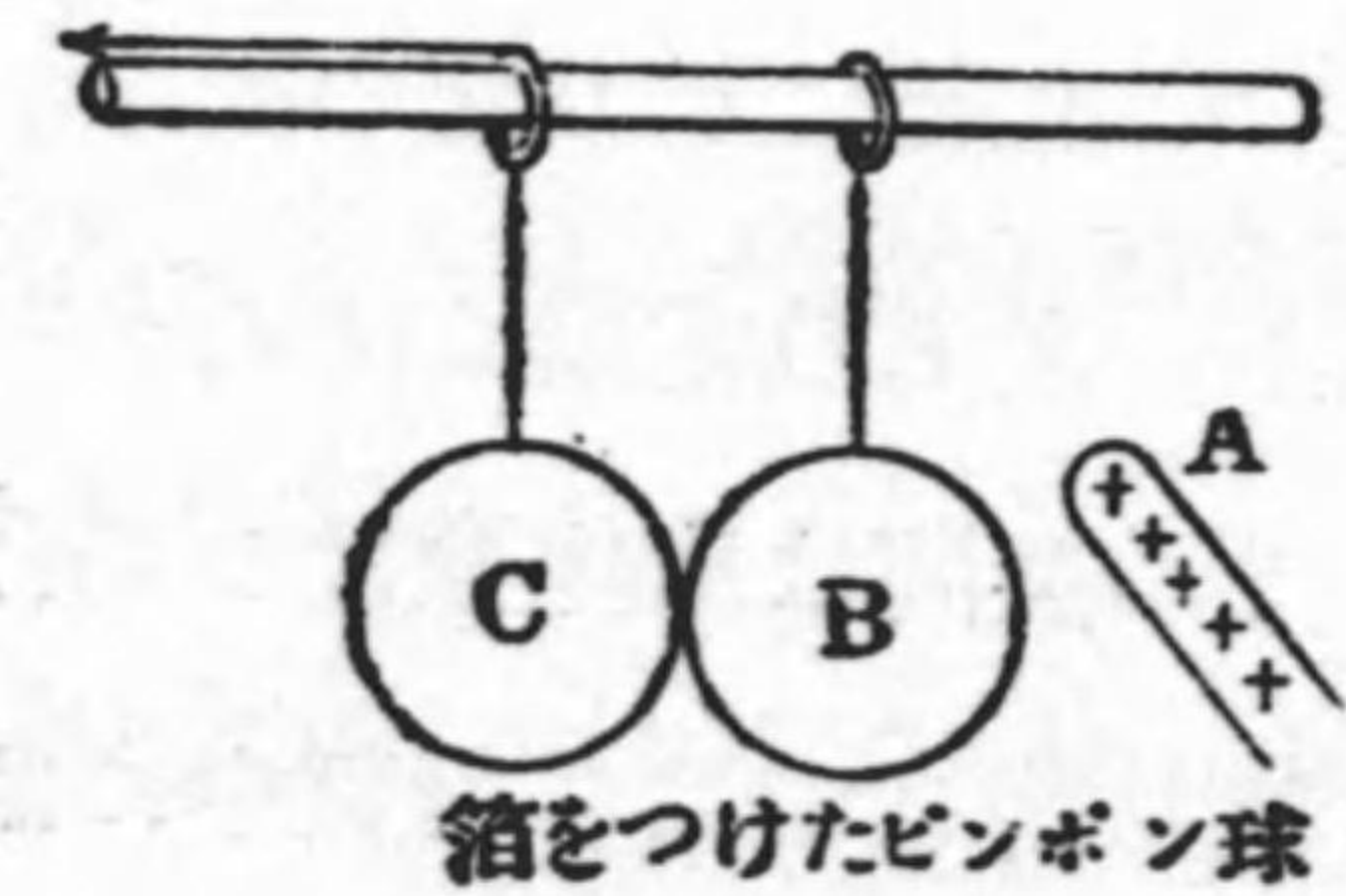
頁 節  
129 140 靜電氣感應。

(I) 教授要項。

(A) 感應で起つた電氣を分離する實驗。

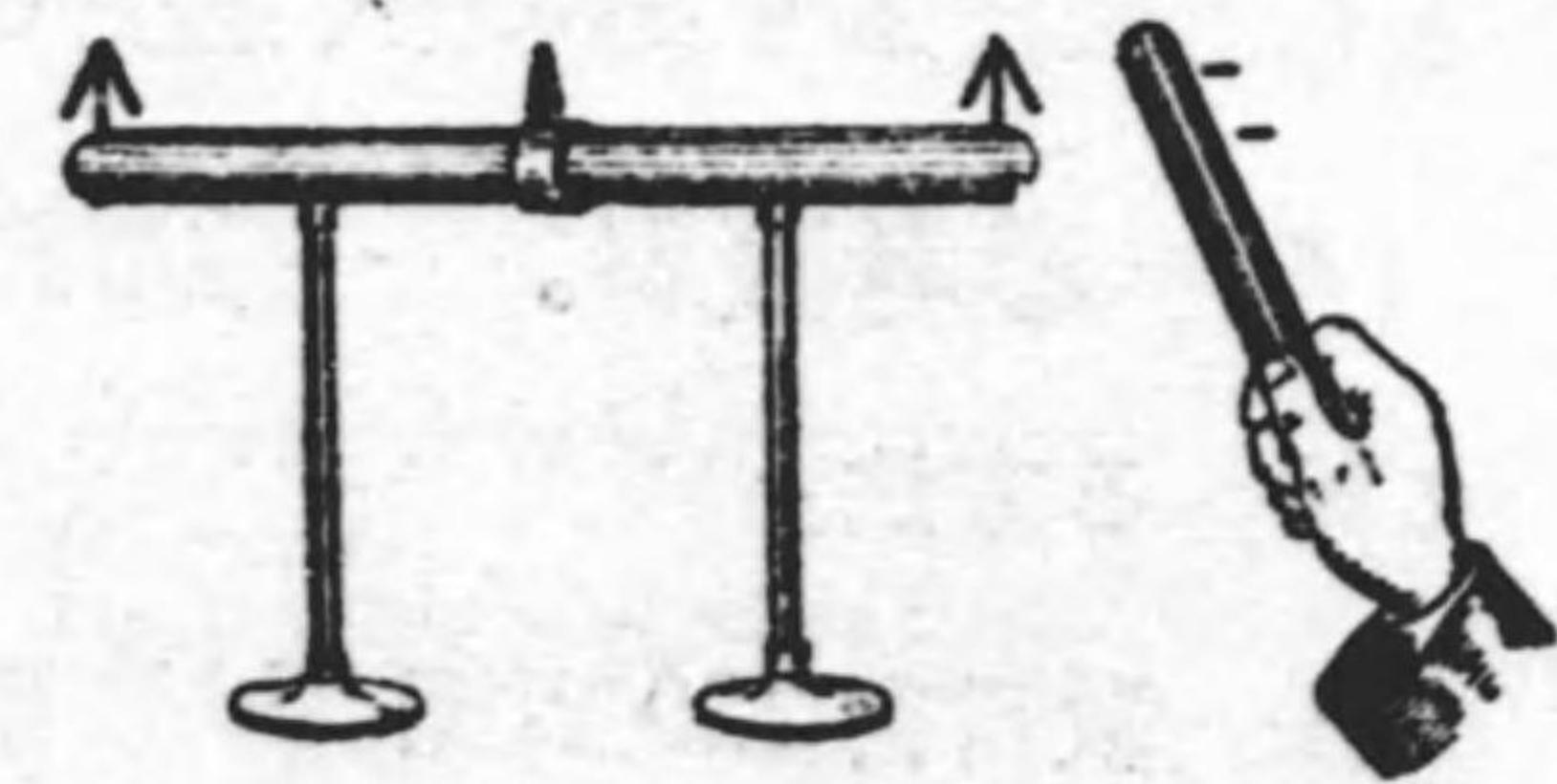
(1) 教科書 129 頁の挿繪のやうな實驗が最も明瞭でよいと思ひます。

(2) 右圖の如く卵殻又はピンポン球に錫箔をきせたものでも簡単に出來ます。



圖の水平棒はエポナイトにすれば絲の吟味が不必要であります。而し絲は絹絲が最もよくあります。

又右圖の如く中間に作用なきことを知らすのも一方法であります。



(B) 以上を分離せずその儘で帶電體を遠ざける場合を實驗し且つ考察せしめます。



(C) 静電気感應を定義すること。等量、異種の電氣が帯電體の遠近に出来る次第の説明。

(D) 電氣の中和につき説明。

(E) 検電器で電氣の種類を判別すの操作及び理由の説明。

(F) 130頁の實驗。挿繪の如き實驗を生徒に行はしめるか、又教授者が行つて驗電器の箔を帯電せしめます。

而して(I), (II), (III)の手續と理由とを考察せしめた後、驗電器の帯電が揚なることを實驗的に檢證せしめ又は檢證します。

(注意) 生徒中には(III)の手續で接近する帯電體と同種の電氣が地球に去ることを不思議に思ふものが少なくありません。

之に對しては(I)の場合に最初から手を觸れてをる場合と同様な考へ方で統一すると理解を助けることもあります。

要するに感應授電の徹底を期すべきであります。

## (II) 注意事項。

(A) 本節は以下の各節の思想の根柢をなすものでありますから充分徹底的に取扱ふ必要があります。

(B) 生徒に起り勝の疑念。静電気感應で何故に異種の電氣が兩端に分離するか、又その電氣は何處から出て來たかといふ疑問が非常に多いと思ひます。

この疑問は摩擦發電の場合に起ることがあります。

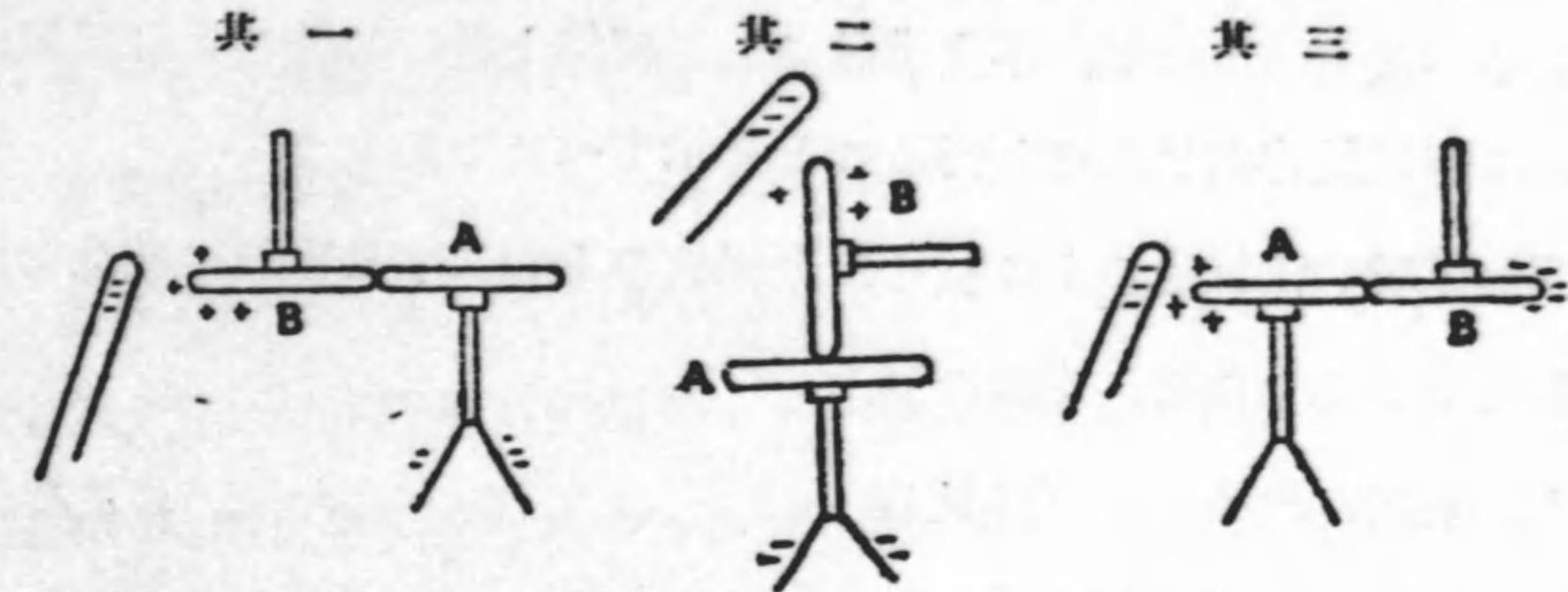
之に對しては各物質中には陰陽兩電氣が等量に存し中和の状態にあるものとして取扱ふと支障なく進展せられると思ひます。

(III) 參考資料。一帶電體を用ひて同種又は異種の電氣を數個の驗電器に與へる方法。

(1) 教科書 129 頁圖 286 の實驗で同種及び異種の兩方が左右に同時に得られます。それを驗電器に與へます。

(2) 同 130 頁圖 287 の實驗で異種の帯電をなさしめ得られます。

(3) 帯電體を檢電器の頭板に觸れて同種の電氣が與へられます。



(4) 上圖の其一、其二で同種の電氣を、其三で異種の電氣を與へることが出来ます。

頁 節  
130 141 電氣盆。

## (I) 教授要項。

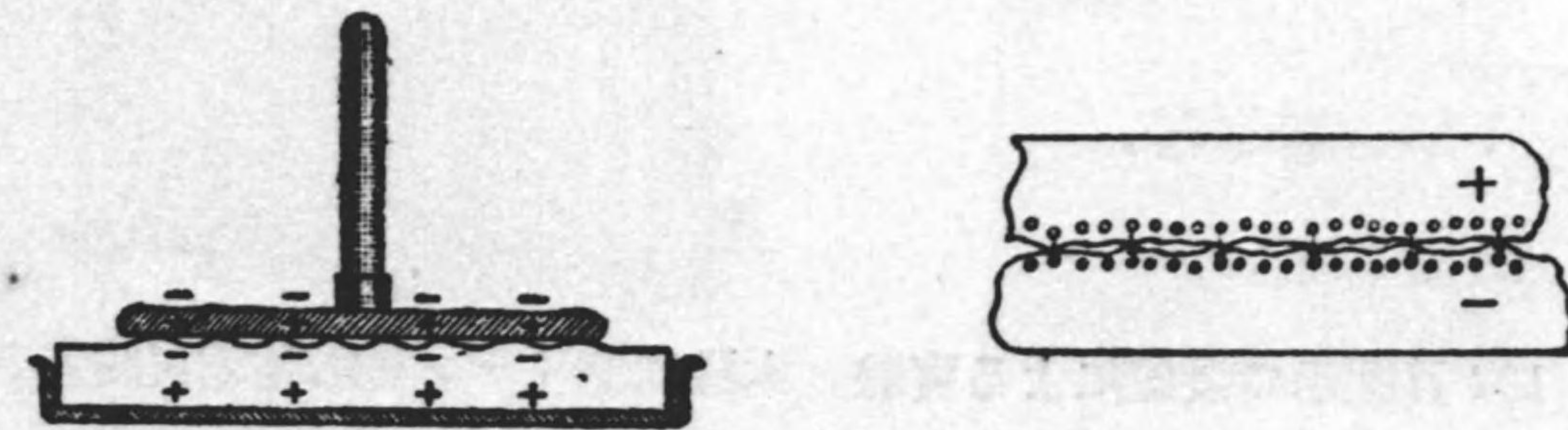
イタリーの有名な電氣學者ボルタ (Volta) の發明した装置であることを附説すること。

静電気感應の應用として電氣盆の操作、發電の理由を考察せしめ、繰返すことによつて多量の陽電氣が得られることを理解せしめること。

## (II) 注意事項。

(A) 生徒の起し易い疑問。「盆の上に金屬板を載せると盆の陰電氣が金屬板に傳はりはしないか。」との疑問を持つ生徒があります。

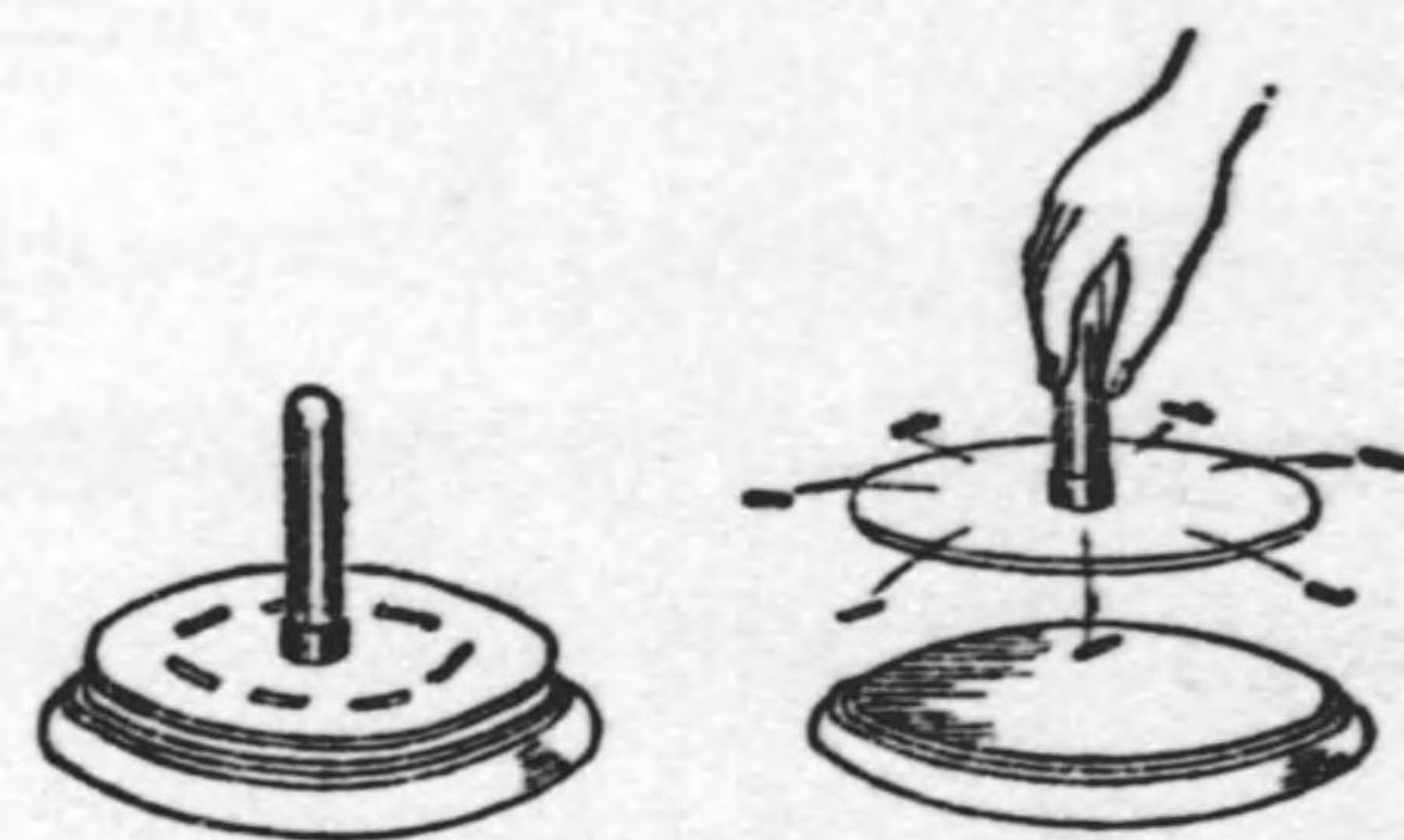
又「感應で金屬板下に出来る陽電氣が盆の面の陰電氣と中和しないか。」との疑問をもつ生徒もよくあります。





之に對しては盆には多少の凹凸があり、金屬板をその凸起した數點で支へてをるのが實況であることを説き、その部分だけは電氣の交換や中和もあるべきであるが盆そのものが、不良導體である關係上他の部分の盆の電氣はよく金屬面に靜電氣感應を及ぼし得ることを示すべきであります。

(B) 添加實驗。電氣盆の上に載せた金屬板の上面に手を觸れて感應で出來た陰電氣を地に通じた後、右圖の如くその上に數個の燈心片を列べ見るに、何等の變化を認めません。



しかし金屬板を絶縁柄を持つて盆から引き離すと燈心は板より陽電氣をとり反撥せられます。

この實驗は自由電氣と拘束電氣との意味を教授するにはよいものであります。

頁 節  
131 142 感應起電機。

教授要項。

時間がゆるせば 131 頁圖 291 の説明圖による順序立つた説明と考察とで發電の理を理解せしめたいと思ひますが、大正6年文部省はこの理の説明は中學校に於ても省いてよいとのことを示した位でありますから、實業學校でも省いてよいものと思はれます。

然したゞ感應で多量の電氣を起す器械であることだけは付け加へる必要があります。

頁 節  
132 143 蓄電器。

(I) 教授要項。

(A) 132 頁圖示の装置による實驗。本器はライデン瓶附蓄電實驗器と稱す

るもので、エピナス平行板蓄電器等よりも簡明に容易く實驗が出來ます。

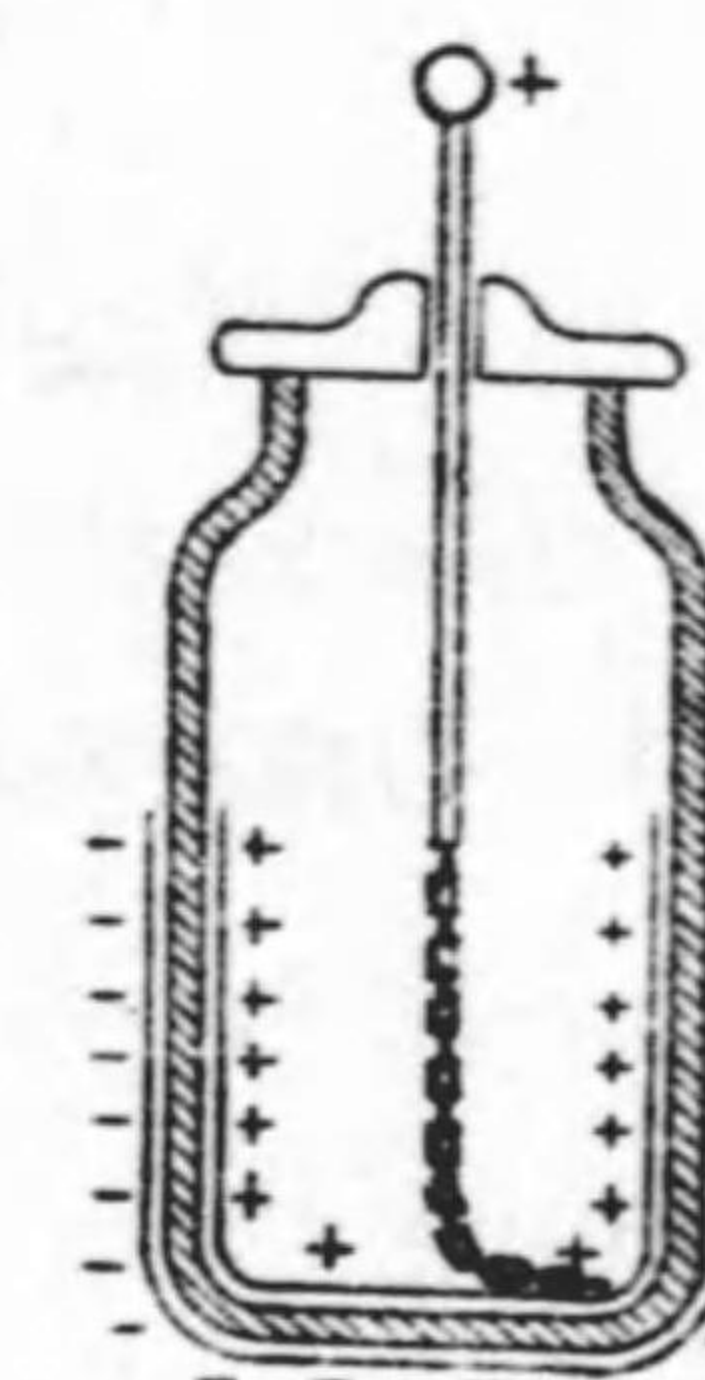
之を用ひて教科書本文の實驗を行ひ、それに説明を加へます。

(B) 蓄電器の意義 を知らしめます。

(C) 蓄電器の種類。

(1) エピナス蓄電器。(平行板對立して一方を接地したもの)。

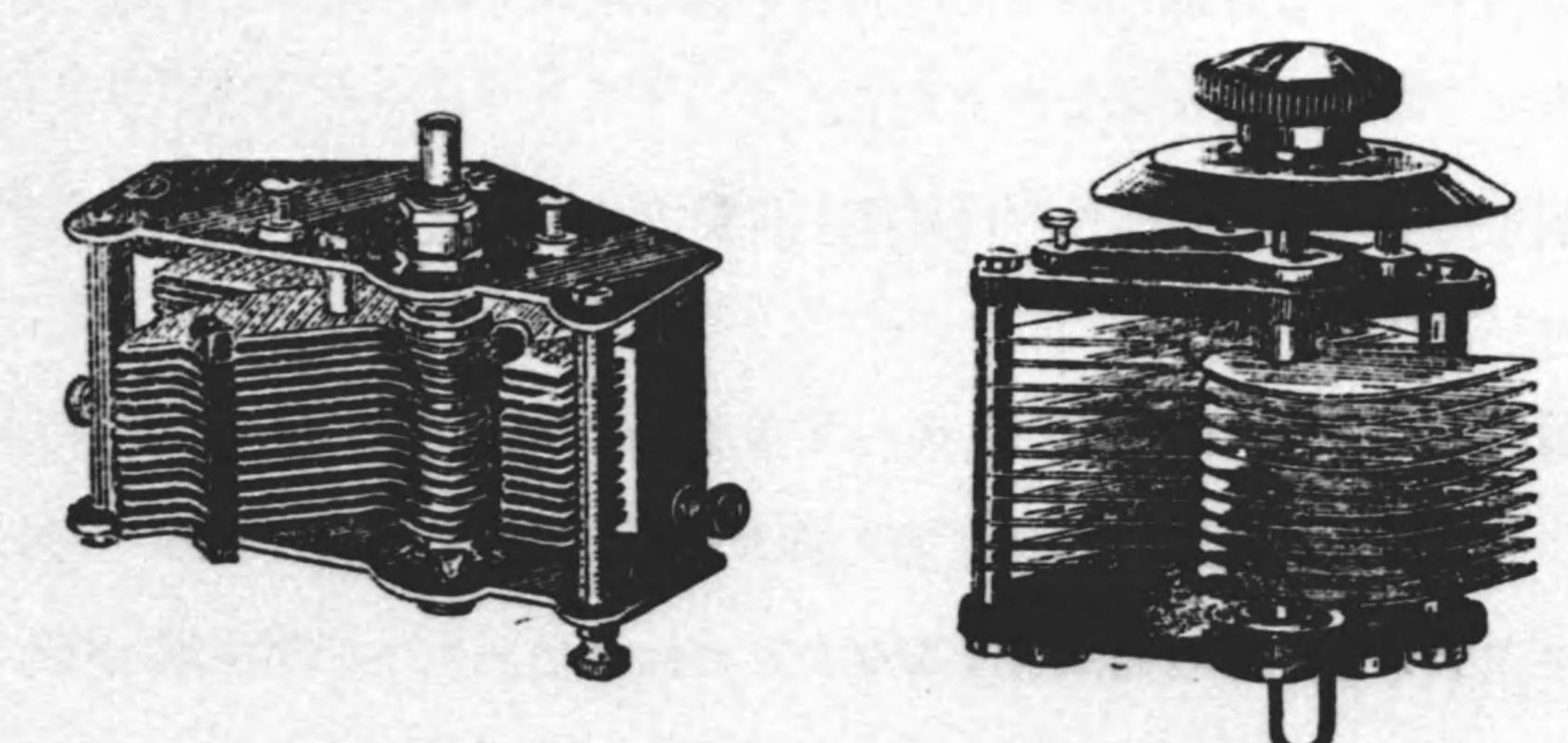
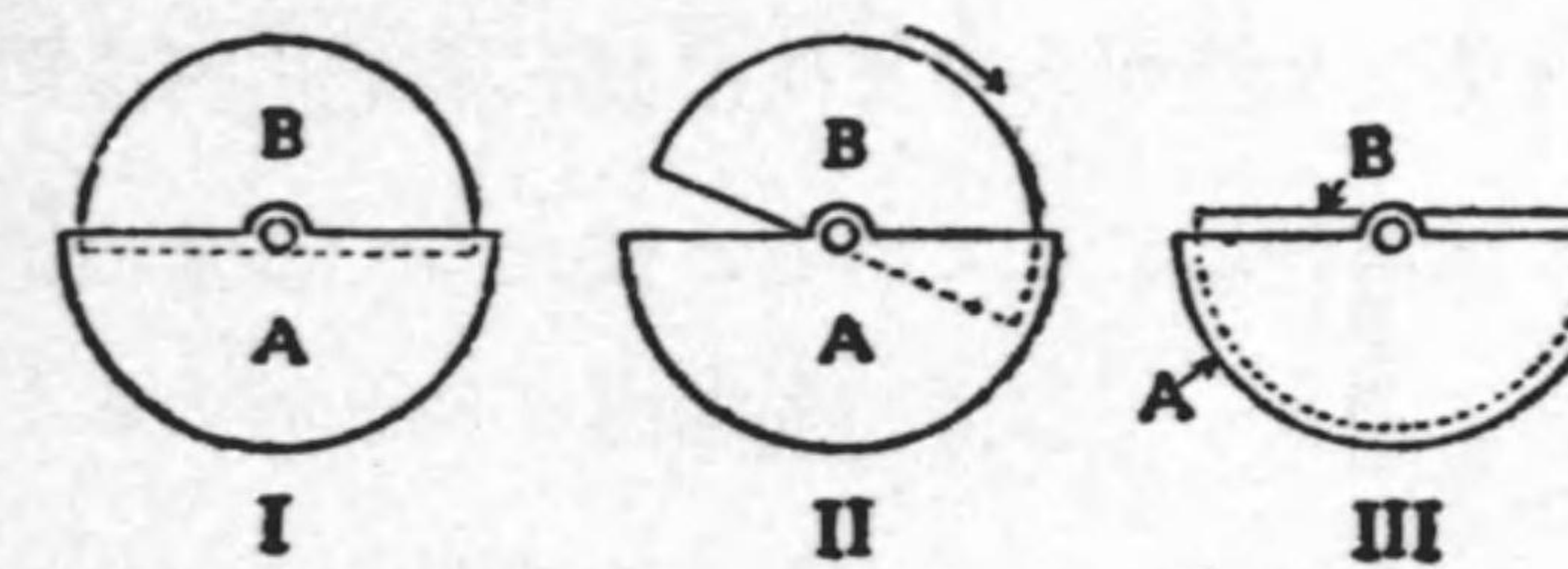
(2) ライデン瓶。1746年和蘭ライデン府の大學ムツシエンブレック教授が硝子瓶中の導體に帯電せしめつゝありし際、その内外で一種の蓄電器が成立して電氣が蓄積せられて居たのに氣附かず、その助手がそれに觸れて強い電撃を受けたことが動機となつて本器が發明せられました。



構造から見ると内外の錫箔が對立板で中間の硝子が絶縁體に相當します。

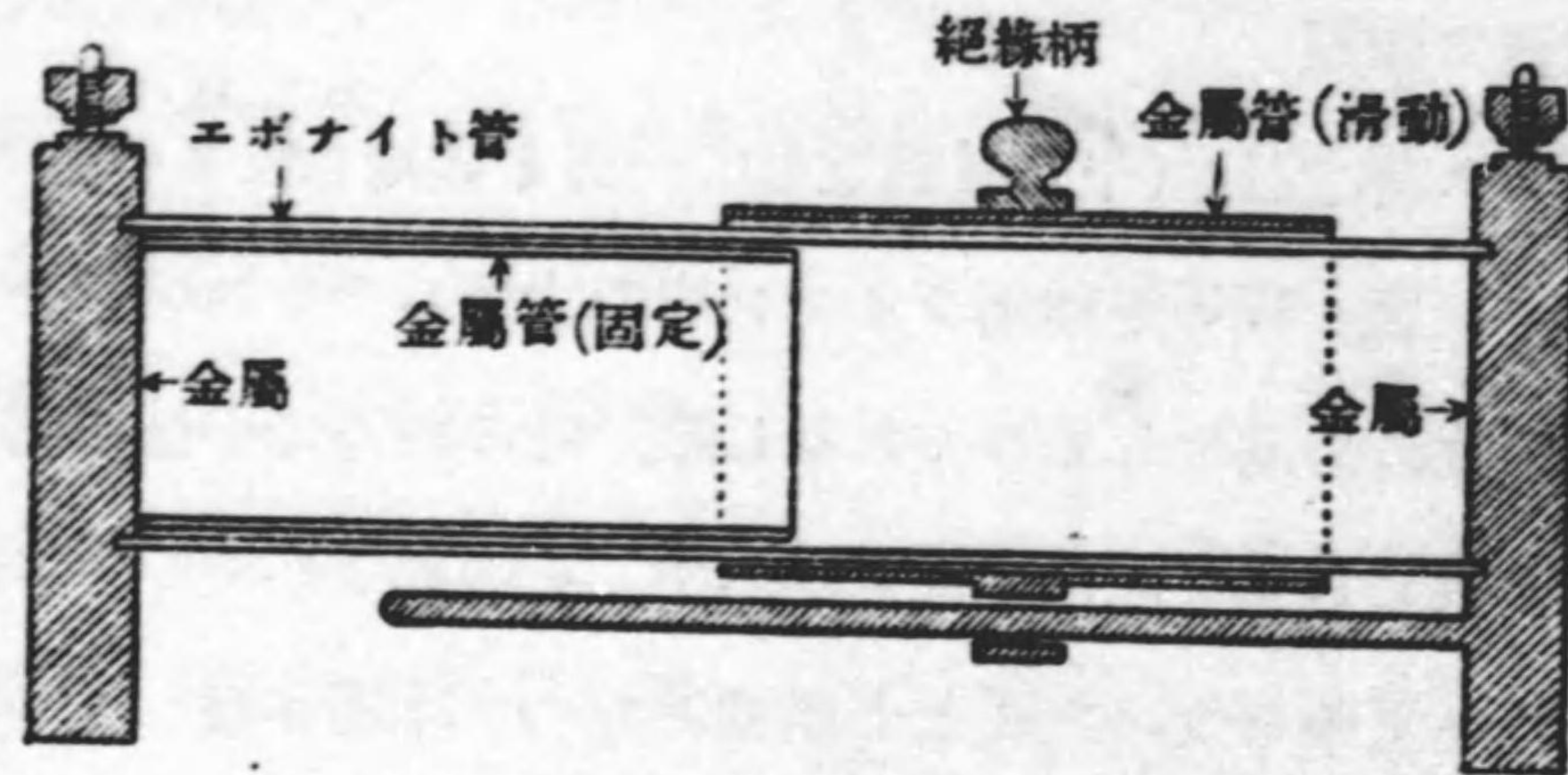
右圖の如く斷面を圖示して内部の模様を明らかにし、蓄電器の特種形として知らしめます。

(3) 可變蓄電器。次圖の如く對立板の面積が自由に變じ得られるもの。





前頁の三つはラヂオの發達と共に生徒の認識も高まつてゐますが、下の管状可變蓄電器は教授上有效であるけれども生徒の認識の乏しい點で困ります。しかし原理から之を導けば理解は容易と思ひます。



(4) 石蠟蓄電器。133頁294圖の如く錫箔とパラフィン塗布した紙とを交互に重ね、その錫箔を一枚置きに反對に連結したもので感應コイルなどに共用します。

## (II) 参考資料。

(A) 電氣容量。導體に陽電氣を與へるとその電位が昇るが、同様に電位を高めるにも物體で大變な相違があります。殊に前記の實驗に於ける如く、對立板があり、それが地に連結されて居ると甚だしく多量の電氣を與へなければその電位が昇らせません。

對立板を置くとき驗電器の箔の開きが減じ、對立板を地に通ずると更に開度の激減するはこのためであります。

一般に導體の電位を單位だけ昇ぼすに要する電氣量を、その導體の電氣容量といひます。

導體に1クーロンの陽電氣を與へたとき、その電位が1ボルトだけ昇るときは、その導體の電氣容量を1ファラッドといひます。

1ファラッドなる名稱は電氣學の大家であつたファラデーの名に因んで命

名した單位であります。

## (B) 電氣容量を増す方法。

(1) 導體の對立面積に正比例します。(如何に廣くとも對立してない部分は有効な面積になりません。)

(2) 對立兩導體間の距離に逆比例します。

(3) 電媒質(對立兩導體間に存する絶縁體の種類)に關係があります。

(4) 對立兩導體の品質には關係ありません。

(5) 對立導體を地に通ずると容量は激増します。

(C) 電氣容量の示し方。導體の電氣容量を示すに30米とか、40米とかいふことがあります。之はその導體の電氣容量が、半徑30米又は40米の孤立する球狀導體の電氣容量に等しいといふことを示してをるのであります。

1ポンド型のライデン瓶は35米に當ります。

## 頁 第 133 144 放 電。

### 教授要項。

(A) 放電の意義。帶電體がその電氣を失ふ現象として總括的に説明します。

(B) 放電の種類。

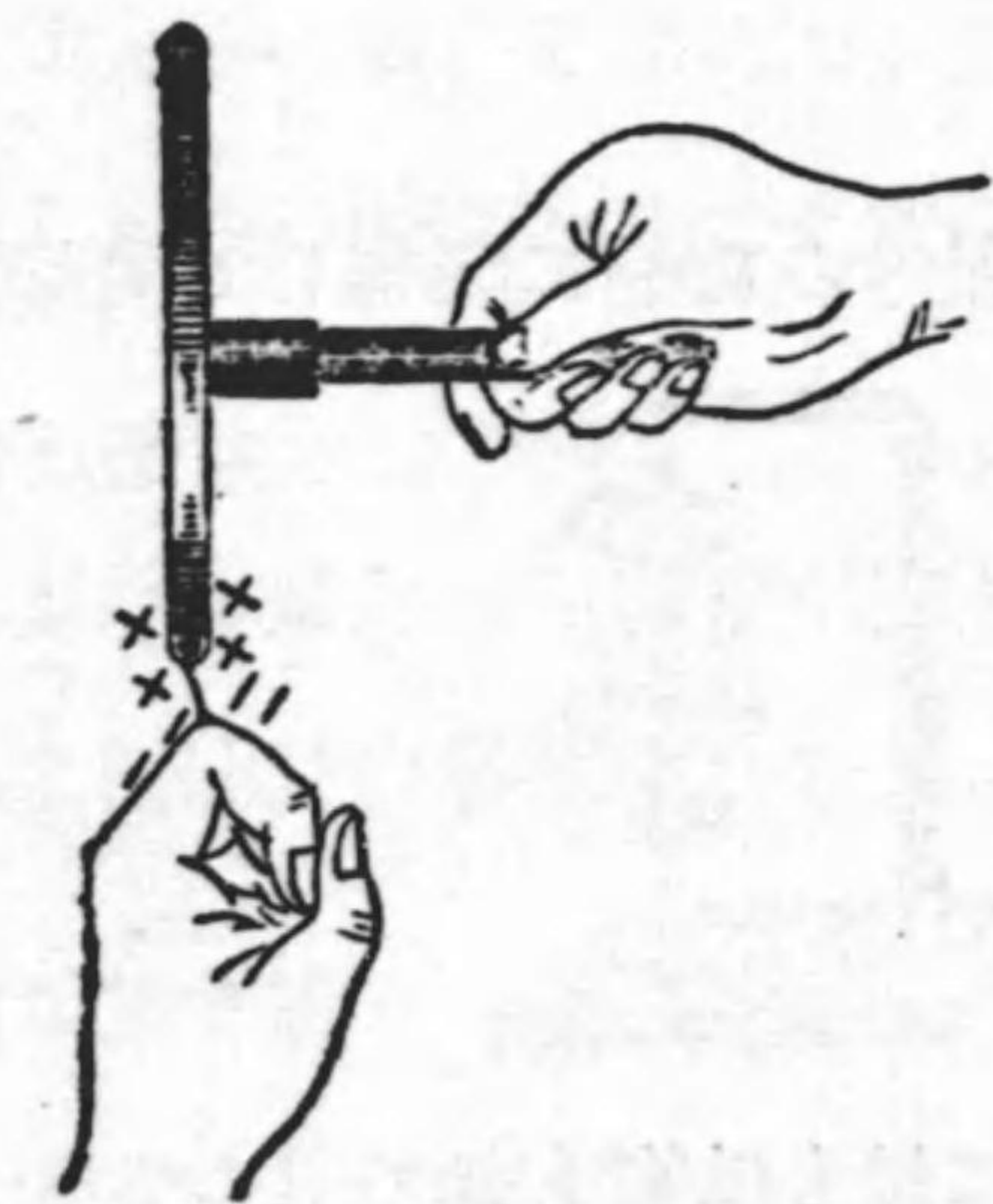
火花放電、ウイムスハースト起電機による實驗。電氣盆によつても一寸出來ます。

之は生徒實驗に適してをります。又エポナイト棒を用ひても出來ます。

殊にネオン管にエポナイト帶電棒を近づけますと20種位のものでも火花を生じます。

(意義) 電氣が空氣の絶縁を破り火花と音とを出し中和する現象。

(作用) 發光作用。火花が見える、この時間は非常な短時間で電光で見た





場合には扇風機さへ静止して見えます。

**發熱作用。**エーテルに點火する實驗の併用で示します。

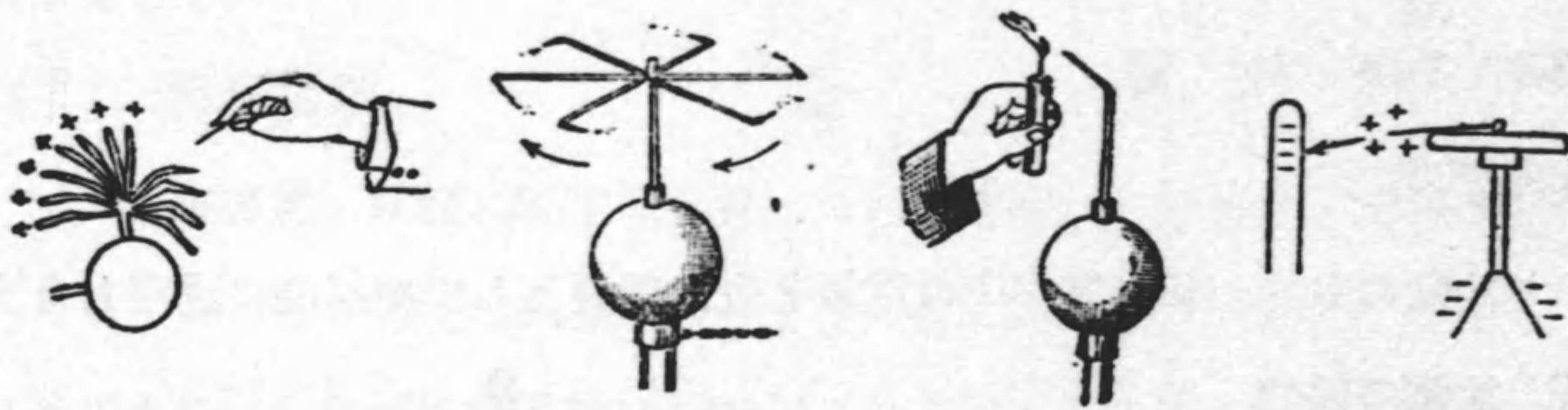
**機械的作用。**火花放電を厚紙を隔てて行はせると厚紙に孔が開き、落雷が樹木を損傷する如きが之で、之を破壊作用ともいひます。

**化學作用。**火花放電で空中の酸素はオゾンに變質し、又酸素と窒素とで酸化窒素が出来ます。

**生理作用。**動物體を通じて放電せしめると、少量のときは一種の刺激を與へるばかりであるが、多量になると電撃を受けて卒倒、假死を惹起することがあります。

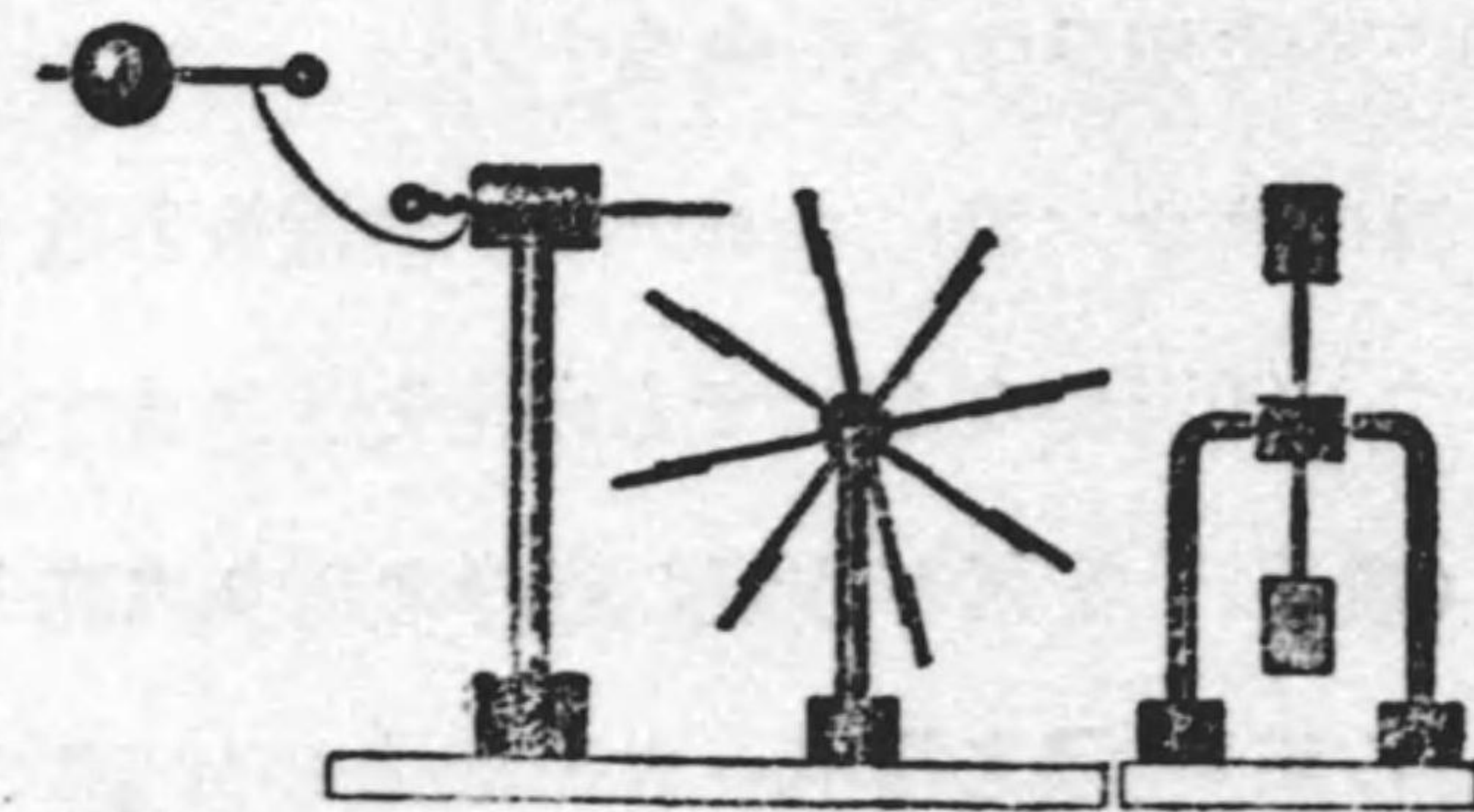
**傳導放電。**發電中の起電機の兩極を針金で連結した場合の如く導體を経て電氣が失はれるのをいひます。

**尖端放電。**靜電氣感應と連絡をとり次の如き實驗を行います。



是等の實驗に關聯して尖端放電、對流放電、電氣風の意義を授けます。

左圖は電偶板といひ對流放電の實驗には好都合のものであります。  
右圖は尖端放電や電氣風の實驗に最も確實有效で且つ興味ある方法であります。この右の方の分はその廻轉部の側面圖であります。



頁 節  
134 145 雷 電。

(I) フランクリンの人物及びその偉業。 (Benjamin Franklin

1706—1790) ベンジャミン、フランクリンは米國の有名な政治家で且つ科學者としてその名を知られてをる。1706年ボストン府に生れた。家が貧しく學費に乏しい所からフィラデルフィヤに出て活版職工となりましたが、ペンシルバニア州の知事であつたサーウキリアムケートに認められ1725年その後援で英國に渡り、獨立營業の資とすべき活字の輸入を企圖したが、事志と相違し、ロンドンで再び職工となり幾多の辛酸を嘗めた。

後歸つてフィラデルフィヤに印刷業、文房具商を營み、次で新聞をも發行した。勤勉努力業に勵み漸く紳商となるを得た。

1757年ペンシルバニア州の代表として渡英し、1762年歸國したが、1764年再び代表に選ばれて英國に赴き、その植民地と英國との争鬭に關して大いに運動する所があつた。次で佛國に赴きて1778年之と攻守同盟を結び1783年歸國して上院議長となつた。

氏がペンシルバニア州に大學を起すことに盡力したのは1743年のことであつた。同年にアメリカ理事會をも組織し自ら電氣學の實驗を初めた。

1748年以後は公職以外の諸種の家業を放棄し自由の時間の凡てを電氣學の實驗に費すやうになつた。

1752年氏はその子息と共に雷鳴の日に紙鳶を飛揚せしめて雷電が空中電氣の現象であることを明らかにし、次いで有名な避雷針の發明をなした。その他靜電氣學上の功績が少なくない。

1790年85歳の高齡を以て逝いた。

(II) 空中電氣。空中電氣を考ふる場合には地球電場内に於ける電位差の増加を想定することが必要で、それには電位傾度の測定が必要であります。



今日では之が地球が陰荷電に於てあり、空中には1米を昇る毎に100ボルト内外の電位傾度があるとせられてをります。我が國でこの方面の測定をしてをるのは茨城縣柿岡町にある中央氣象臺附屬の地磁氣觀測所空中電氣觀測部であります。

この電位傾度は氣象的要素の變化に従つて變動します。溫度、氣溫、輻射量、風向、風力等は何れも著しい影響があります。要するに電位傾度は土地の凹凸に従つて凹凸しをるべく、その上に被覆的に存在する空氣が右の氣象要素で動搖を起すのでありますから、年變化、日變化があるのは當然であります。その日變化の主因は太陽より來る莖外線の電離作用と、空氣の動搖により起る包含諸體の摩擦(空氣との)で生ずる帶電作用によるものと考へられてをります。その他水蒸氣の蒸發、風による摩擦、地中の放射性物質の影響等も或る程度までは考へられますが、今日では空中電氣の主因をなすものとはせられて居りません。

雨滴の電氣を帯びる原因についても諸説紛々といふ有様であります。現今最も至當のものとして一般に信じられてをるものは現英國氣象臺長シンブソン氏の説であります。本説の根柢をなすものはレナルドの發見に係るレナルド効果であります。

それは雨滴が動搖のために分裂するときはその分裂水滴は凡て陽電氣を帯びて下降し、附近の空氣は同量の電氣を帯びるに至るといふのであります。

雪も同様に陽電氣を帯びて降下しますが、一般に帶電量は雨の場合よりも多く、シンブソン氏は、その電氣中には下降の際摩擦によつて生じたものが大部分を占めると言つてをります。

雷電は感應コイルの二次線端に生起するものが最もよく類似性を示します。實驗の際にその第一回の放電が困難なのは經路の空氣の電離度が小なるため、第二回目からはそれがよく電離せられますので放電が容易になりま

す。雷電でも同様でありまして同一經路をとつて引き續き起ることが寫眞を廻轉的に取ることで實證されてをります。雷電の電光がジグザグをなすのは最小抵抗の經路が空氣の電離、疎密その他で曲折があるためであります。そして第二回目からは前述の次第で同一經路をとります。

電光の種類には線狀電光、暮電(夏の夜によく空一面がバツト輝くもの)、球電(火球がある速度で進行するもので稀にしか起りません)の三種があります。その内球電が最も猛烈で、人家内へ侵入して大損害を生ぜしめた例もあります。

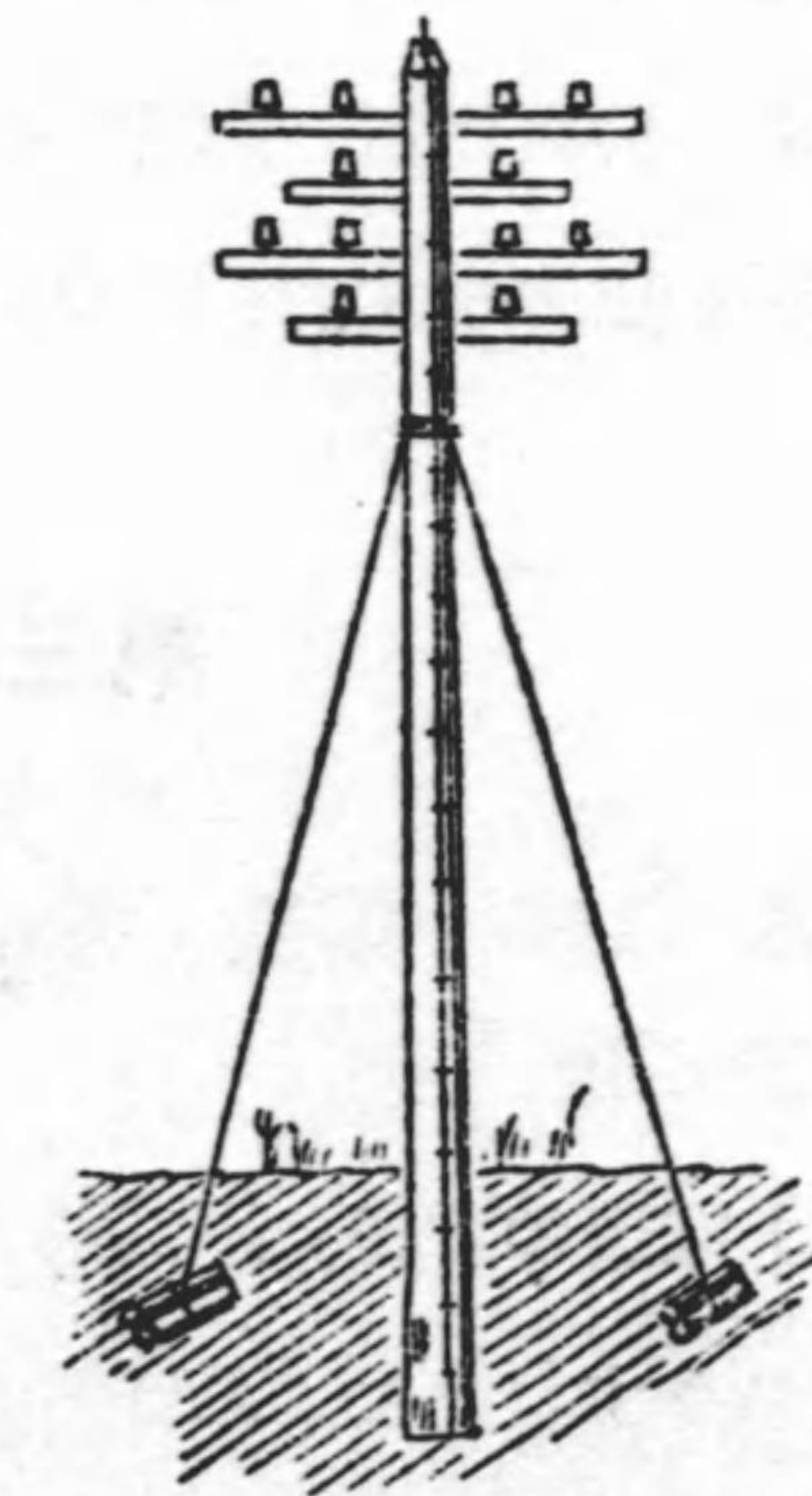
### (II) 避雷針。(Lightning Conductor)

(A) 目的の一半。その尖端の放電を利用して地面に出来る感應電氣を徐々に放電し、空中の電氣と中和せしめ、急激な放電即ち落雷を避けるにありま

す。

(B) 目的の他の一半。屋上の尖端を地中の金屬板に導線で連結してあるので、よく急激な放電が起つて落雷を見るにしても、その大部は地中に導き去られて、その害を避けることが出来ます。

(注意) 生徒中にはこのBの方を主目的





の如く誤解してをるものが頗る多いやうに思ひます。

(C) 避雷の範圍。是には諸説がありますが、最も廣く認められてをるものは、次のやうなものであります。地面より避雷針の先端までの鉛直距離を半径として、避雷針の直下に中心を置いて地面上に圓を描き、その圓周に避雷針の先端から線を引くとき出来る圓錐體內が避雷の範圍になります。

(D) 完全避雷法。電氣は導體の表面に配布せられて、その内部に漏れないのでありますから、屋上を金網又は金屬葺にしてその末端を地中に導けば如何なることがあつても落雷の害を被りません。

之は岐阜縣の關ヶ原の火藥庫に採用して居ります。

(V) 實驗法。落雷又は雷電の放電現象を實際化する。火花放電は感應コイルを利用するのが最もよろしいと言はれてをります。

右圖は著者が新案登録權を有する装置であります。上圖の如き二點を感應コイルの兩極に連結しますと雲と雲との放電、雲と地面との放電、發火作用、避雷の範圍等が實際化されて實驗出来ます。



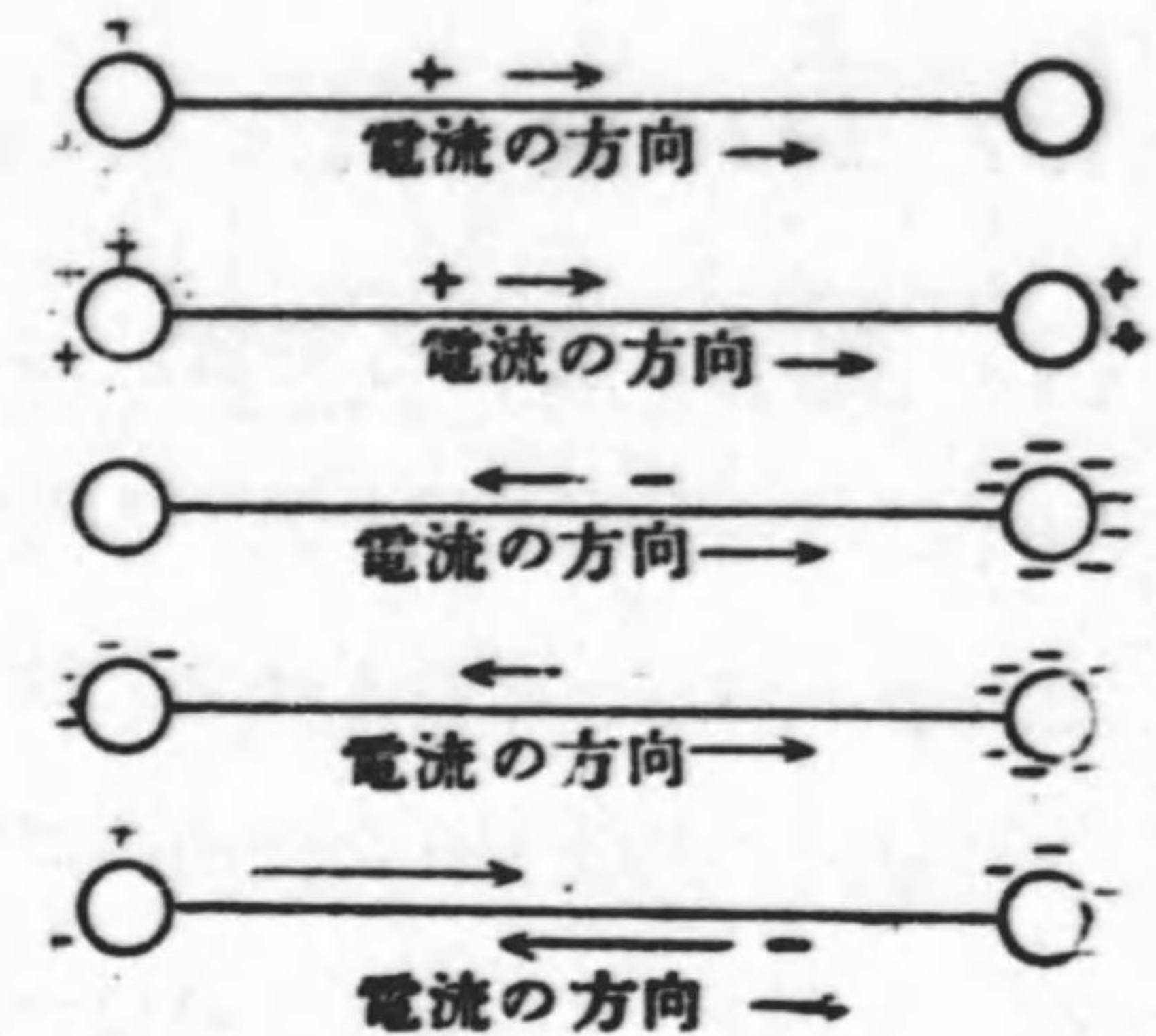
### 第三章 電流, 電動力

頁 節  
136 146 電流, 電位, 電動力。  
教授要項。

(A) 電流の實驗。靜電氣より動電氣に入るには 136 頁圖 303 が最適の方法と思ひます。之によれば電流の觀念を直觀より導き得て好都合であります。

(B) 電流の意義方向 などを傳導放電と連關的に教授します。

陽電氣の移動する方向を以て電流の方向とし、それを基礎として前頁の圖示と相俟つて電流の方向に關する觀念をを樹立します。



(C) 電流の検査。本項は電流の作用として再び出てくるものでありますから、此處では附帶的に知らせるに止めて深く説明に入る必要はないと思ひます。

(D) 電流の作用。同上。

- (1) 磁氣作用。
- (2) 發熱作用。
- (3) 發光作用。
- (4) 化學作用。

(E) 電流の強さ。電流の強さは本體ならばその導線の切口を毎秒通過する電氣量をクーロン單位で示した數にアンペアを附けたもので示すべきであります。本文の如く化學作用と連關的に知らしめてもよいと思ひます。

注意事項。電解液は硝酸銀溶液に限られません、銀鹽ならばよい譯であります。

又他のものでも毎秒析出する量を限定すれば銀の場合の如く定義することが出来ます。

水の流れには	水位の差が必要——差何米
熱の移動には	溫度の差が必要——差幾度
電氣の流れには	電位の差が必要——差(電位差) (電動力) 幾ボルト

之を教科書 137 頁圖 304 と比較しながら説述します。

(F) 電動力の單位(ボルト) を水の落差、溫度などとアナロジカルに知らしめます。



頁 節  
137 147 電池。

(I) 電池に関する史實。イタリアの醫者ガルバニ（1737—1798）は1780年蛙の筋肉に電氣を通ずる際に足の動くことを偶然の機會に見出した。

然しガルバニその人は之を動物電氣の一現象として見過した。

この研究に刺戟された同國のボルタ（1745—1827）は金貨と銀貨とを舌の兩側に押し當てて兩貨幣を導線で連結するとき舌が一種の刺戟を受けることを發見した。

その後類似の研究を重ねて異種の金屬の接觸によつて起る電氣は動物の神經を刺戟する作用を呈する次第を確認した。

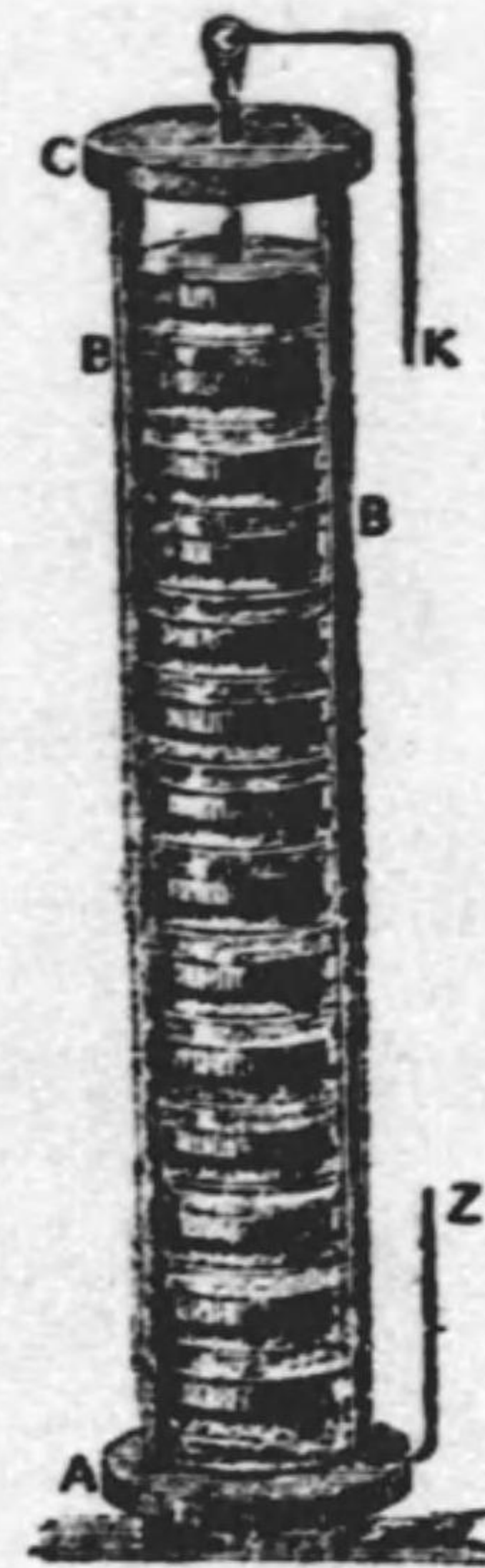
ボルタは更に1796年亞鉛板と銅板とを食鹽水又は稀酸中に對立せしめて電流を起し、之を人工起電器と名づけ、且つその次第を英國の學士院に報告した。1800年には之をナポレオン一世の面前で行つてその賞讃を受けた。

その頃からボルタは右圖のやうに銅板、稀硫酸に浸した綿布、亞鉛板を次第に重ねたものを用ひました。

英國ではニコルソンが之を用ひて水の電氣分解を行つたといひます。デービー（1773—1820）は之を電氣分解に利用してカリウム、ナトリウム等を分離してその元素なることを明らかにした。

1836年には英國でダニエル（1790—1845）によつてダニエル電池が造られ、1841年にはブンゼン電池、1867年にはルクランシエ電池、1873年にはクラーク電池が生まれた。

その間に始めボルタによつて考へられた接觸作用により起るものと見られた電流の原因が、ファラデーによつて化學作用により起るものと修正せられ最近に至りネルンストによつて電解液内に生起するイオンの起電作用に歸せ



しめるやうに説かれることになつた。

之が19世紀に發見して停止する所を知らず進展しつゝある

電氣文明の先驅であります。



(II) 教授要項

(A) 電池の起源の概要。

(B) 電池及びその使用に関する術語の教授

{陽極, 陰極, 回路等。  
回路の開閉のこと。

(C) ボルタの電池の成立つ理由。ボルタの

電池の電動力が約1ボルトなること、その内部の變化。

(D) 電池の圖示法。

頁 節  
138 148 分極と局部電流。

(I) 教授要項

(A) 分極の説明。氣體が強い絶縁體であることを知つてをるのでありますから、水素が同じく絶縁體であることを考察せしめます。

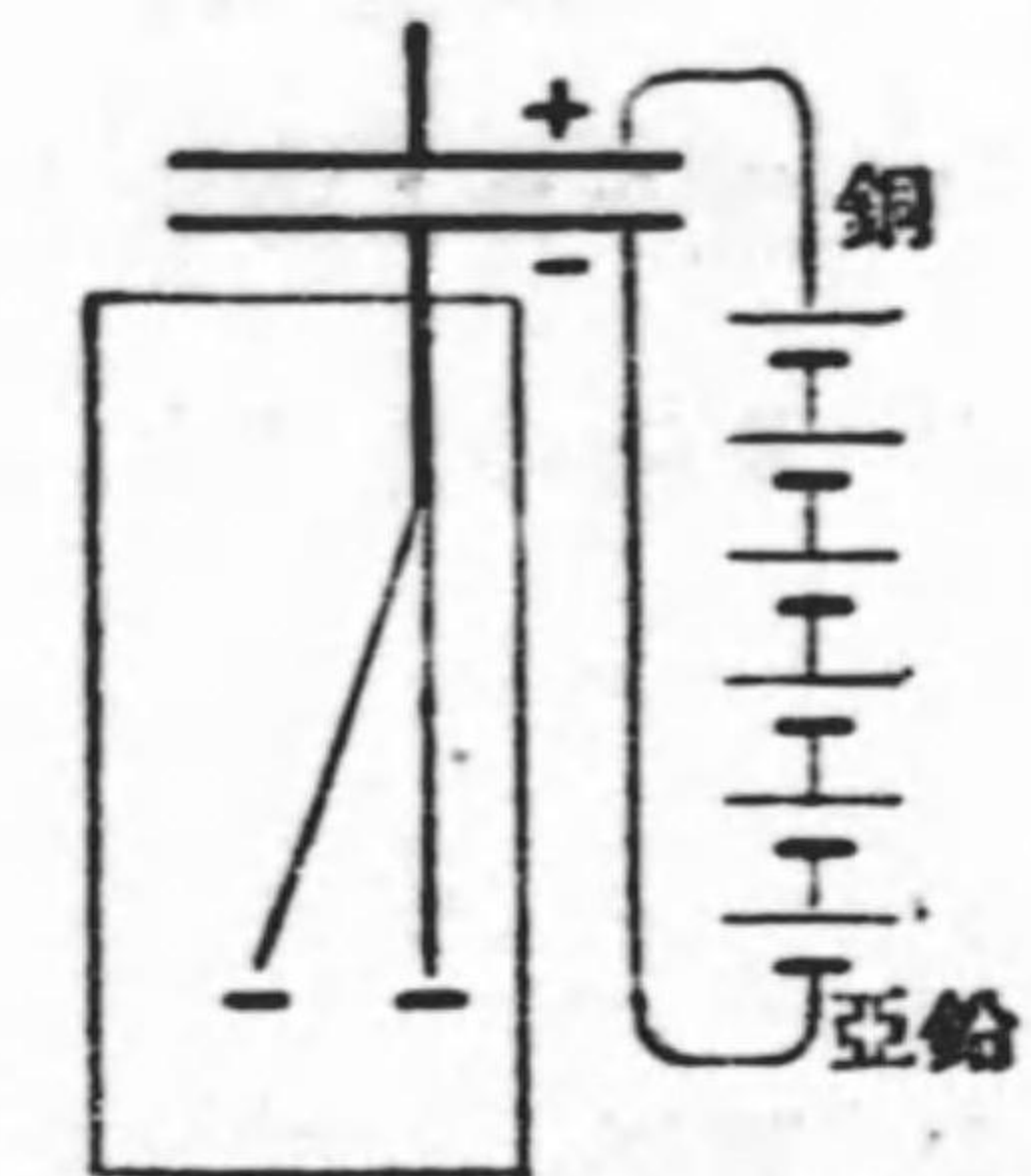
この不良導體の水素が陽極板である銅板を覆ひますと、次々に運ばれる陽電氣はその水素に妨げられて銅板に移らなくなつて來ます。

又水素が多量に銅板につきますとその陽電氣を貫つて水中に溶け込まうとする潛勢力を現はします。

この兩方面の事柄でボルタの電池は使用につれて衰弱して來ます。このやうなことを電池の分極と申します。

(B) 局部電流の説明。

化學の教授と連絡をとり、純亞鉛は稀硫酸中に入れても水素が出來難いこと、以上の場合に不純な亞鉛から水素がよく出で、又稀硫酸中に少量の硫酸





銅を入れて亜鉛面に少しく銅を附着せしめると水素の発生が盛んになること等を附説し局部電流の真相に導きます。

以上の如くして稀硫酸中で亜鉛が溶けて水素が出る場合には通常熱が発生するものであるが、ボルタの電池では、この熱が出る代りに電流が起るのであることを知らしめます。

(C) アマルガムの必要を説明します。

頁 節  
138 149 實用電池。

(I) 教授要項。

(A) 重クロム酸電池。

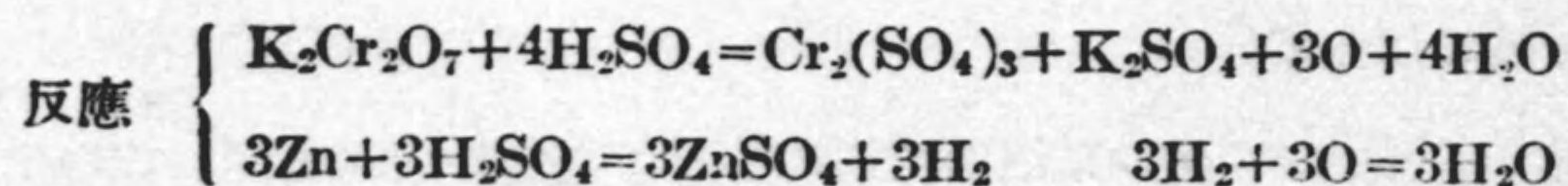
(1) 電液の作り方。重クロム酸カリ 1.5  
濃硫酸 2 } の割合に混和したものが良好  
水 10 } であります。

(2) 實驗。豆電球を點じ、次々の電池とその明るさを比較すること。

(3) 説明。重クロム酸カリと硫酸との作用で出来る酸素が陽極面に出来る水素を酸化することを説明します。

之で分極の原因が取り去られますから實用に供せられます。依つて重クロム酸カリを「分極を消す藥劑」の意味で消極劑と呼びます。

注意事項。



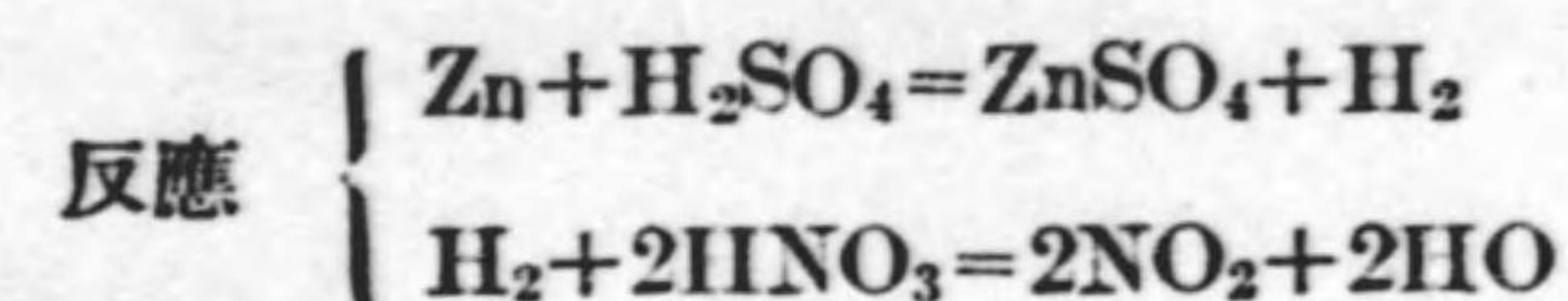
注意事項。(1) 引き続き永く本電池を使用する場合には豫め以上の分量以上に重クロム酸カリを入れて置くか、又之を後から補充する必要があります。

(2) 本電池は使用後極板を上げて置かないと亜鉛が腐蝕せられます。

(3) 長時間に亘つて使用した電液は別器に入れるか捨てるかしないと器底にクロム明礬の結晶が出来て取り去るのに困るやうになります。

(B) ブンゼン電池。

電液中硝酸は濃き程よい結果を示します。

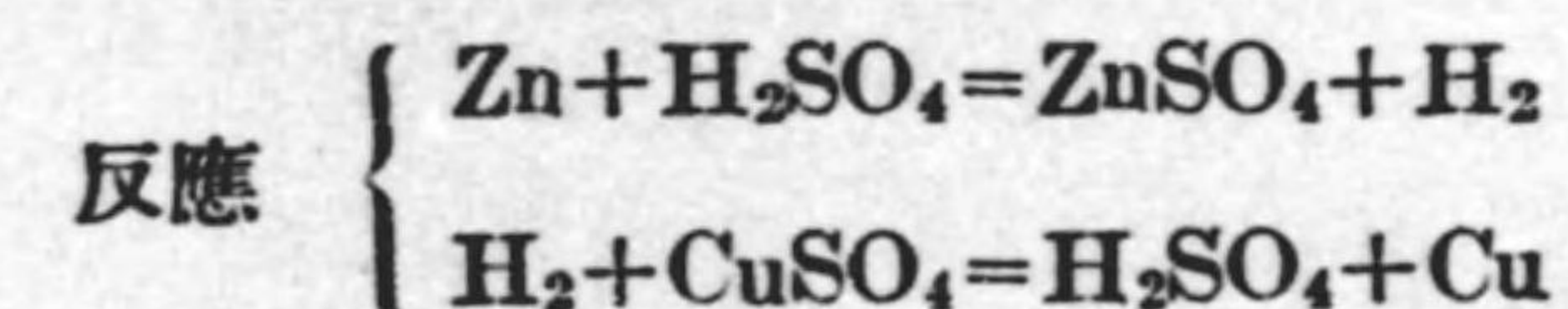


かく硝酸が消極の作用をします。

最近理論化學上 の見地からこの硝酸と水素との作用で発生すべき熱が電流のエネルギーの一部をなすとのことが明かになつたとのことであります。

注意事項。本電池を永続的に使用するには稀硫酸の代りに濃食鹽水を用ふべきであります。

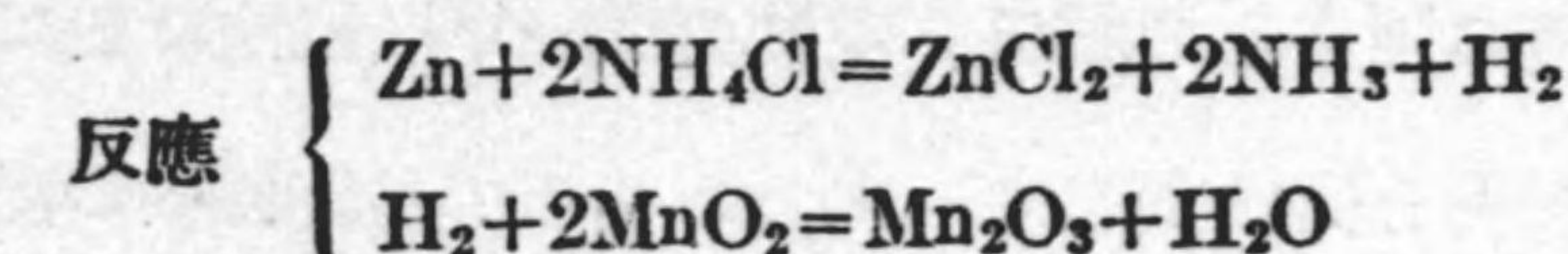
(C) ダニエル電池。



かくして析出する銅が銅板面に附着するので分極が起りません。而し硫酸銅が次第に硫酸に變じますからその減少を補ふため飽和以上に多量に硫酸銅を入れて置かねばなりません。

本電池は電動力が僅かに 1.1 ボルトであります。電流が一定につゞき少しも衰減しない特徴があります。

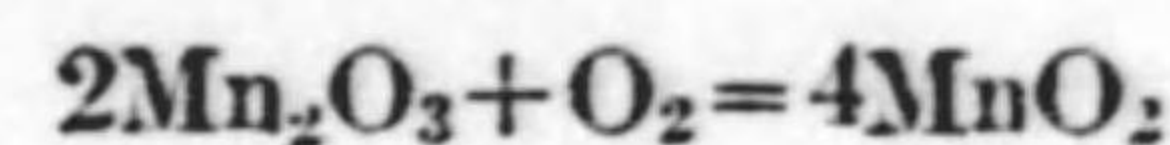
(D) ル克蘭シエー電池。



二酸化マンガンの消極劑の作用をしますが、一時に多量の水素の発生があると、その總べてを酸化し切れず、分極状態になつて電動力の減衰があらはれます。



それを適度の所で中止して放置しますと  $Mn_2O_3$  は空気中の酸素を採つて  $MnO_2$  になります。



而し餘りに過度に使用しますと  $Mn_2O_3$  が更に變じて  $MnO$  となります。かくなるまで使用したものは何程休止せしめても  $MnO_2$  に復歸しませんから電池の回復は困難であります。

故に本電池は之を長時間連続的に使用する事は禁物であります。

用途。本電池は電話、電鈴の如く電力を短時間づゝ切れ切れに使用するのに最も適してをります。

#### (E) 乾電池。

ルクランシエ電池を變形したのとして授け、反應、使用上の注意、用途等に関しても同様に扱ひます。

電池名	陽極	陰極	液	消極劑	電動力
ボルタ	銅	亜鉛	硫酸	—	1. ボルト
重クロム酸	炭素	亜鉛	硫酸	重クロム酸 カリ	2.1
ブンゼン	炭素	亜鉛	硫酸	硝酸	1.9
ダニエル	銅	亜鉛	硫酸	硫酸銅	1.1
ルクランシエ	炭素	亜鉛	鹽化アンモン	二酸化マンガン	1.5
乾電池	同上	同上	同上乾	同上	1.5

#### (II) 参考資料。

電池の構造と電動力及び電流の強さとの關係。電動力は一定の電池に於ては極板の大小、液の多少等の影響を受けずして一定であります、極板の品質、電液の濃淡等からの影響は免れません。

電流の強さは極板の大小、液の多少、兩極板の距離等が非常な影響を及ぼします。一般に極板が大なる程、液の多き程強い電流を生じ、兩極板の距離の

小なる程電流は増大します。

#### (II) 問題の取扱。

139頁問 消極劑は前表の通り

### 第四章 電流の化學作用

頁 節  
140 150 電解。

#### (I) 教授要項。

(A) 化學で學習せる電解の關係事項を復習すること。

(B) 鹽酸の電解。鹽酸の電氣分解はその内に溶け込んでをる鹽化水素 (HCl) の電解で非常に明瞭に出來、且つ電解の結果析出したものと電液、溶媒等との間に作用がないから好都合であります。

(C) 電解質に関する説明。

(1) 検査の實驗法、液状の化合物で電流を通じ得るものは皆電解質と見てよいから、電流計又は電燈を電池と共用して試験します。

之は生徒實驗とするもよいと思ひます。

電燈の代りに電鈴を用ひるもよからうと思ひます。

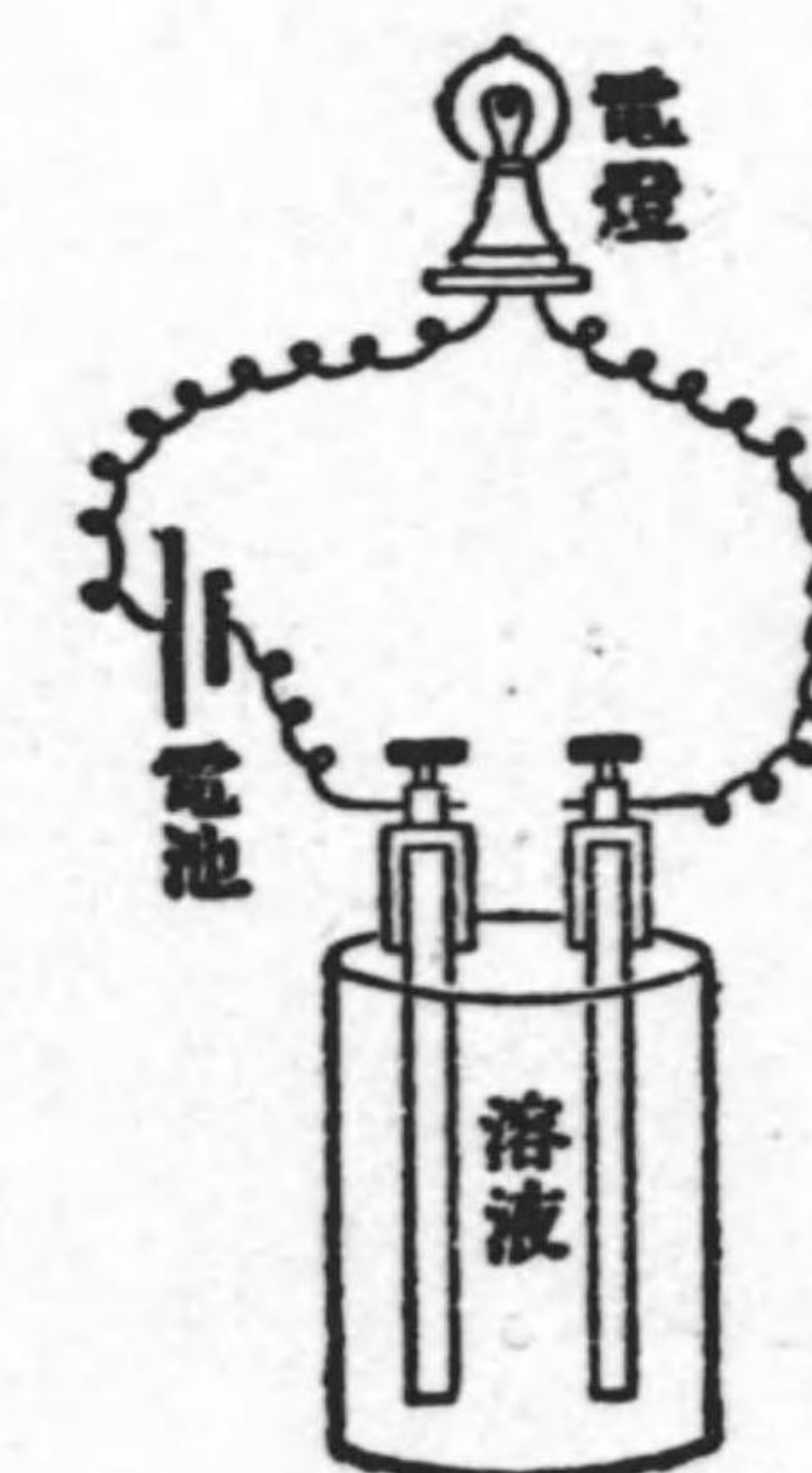
(2) 酸、鹽基、鹽は皆電解質であります、之は以上の實驗の結果を適當に整理しつゝ歸納的に進んだ方がよからうと思ひます。

(3) 析出極。

陰極……金屬及び水素。

陽極……非金屬及び陰根。

(D) ファラデーの定律 につき 1, 2, 別々に説明すること。





(1) 前章で学習した電流の強さ(アンペア)と銀の析出量を端緒として本教授に入り、電流の強さと通電時間に正比例して電解成生物が析出することを説明します。

(2) 化学当量 =  $\frac{\text{原子量}}{\text{原子價}}$  を説明した上本定律を具体的に説明すること。

元素名	原子量	原子價	化学当量
水素	1.008	1	1.008
酸素	16.0	2	8.0
銅	107.9	1	107.9
銀	63.6	2	31.8

(II) ファラデーの人物及びその偉業。 *Michael Faraday* (1791—1867) は英國の物理學者、兼化學者で1791年9月22日にウイントンの貧しい一鍛工家の子として生まれました。

まだ幼弱の頃その父は糊口の途を尋ねてロンドンに全家移住を企てたが、時恰もナポレオン戦争當時で、英本國が多大の國難に際會して居たので適當な職業を見出し得ず、遂にロンドン市窮民救濟會の手に救はるゝ有様となりました。

そんな事情でファラデーは12歳のとき一製本屋の小僧となり生活の資を得て居りましたが、その著しい好學心は烈しい研究熱となつて燃え上り、仕事の餘暇を見て専心勉學するやうになりました。

殊に電氣及び化學を好み、幾多の玩具を組合せて多くの電氣機械を作製してをつた。

21歳のとき、當時有名であつたデーヴィーの化學講演を傍聴してよりその熱心な崇拜者となり、自ら書を送つてその助手たらんことを乞ひました。

1813年その宿望は達せられ、王立化學研究所附助手としてデーヴィーに仕へるやうになりました。その秋10月デーヴィー夫妻の歐洲巡遊に従つて出發



Michael Faraday (1791—→1867)



(1) 前章で学習した電流の強さ(アンペア)と銀の析出量を端緒として本教授に入り、電流の強さと通電時間に正比例して電解成生物が析出することを説明します。

(2) 化学當量 =  $\frac{\text{原子量}}{\text{原子價}}$  を説明した上本定律を具體的に説明すること。

元 素 名	原 子 量	原 子 價	化 學 當 量
水 素	1.008	1	1.008
酸 素	16.0	2	8.0
銅	107.9	1	107.9
銀	63.6	2	31.8

(II) ファラデーの人物及びその偉業。 *Michael Faraday* (1791—1867) は英國の物理學者、兼化學者で1791年9月22日にウイントンの貧しい一鍛工家の子として生まれました。

まだ幼弱の頃その父は糊口の途を尋ねてロンドンに全家移住を企てたが、時恰もナポレオン戦争當時で、英本國が多大の國難に際會して居たので適當な職業を見出し得ず、遂にロンドン市窮民救濟會の手に救はるゝ有様となりました。

そんな事情でファラデーは12歳のとき一製本屋の小僧となり生活の資を得て居りましたが、その著しい好學心は烈しい研究熱となつて燃え上り、仕事の餘暇を見て専心勉學するやうになりました。

殊に電氣及び化學を好み、幾多の玩具を組合せて多くの電氣機械を作製してをつた。

21歳のとき、當時有名であつたデーヴィーの化學講演を傍聽してよりその熱心な崇拜者となり、自ら書を送つてその助手たらんことを乞ひました。

1813年その宿望は達せられ、王立化學研究所附助手としてデーヴィーに仕へるやうになりました。その秋10月デーヴィー夫妻の歐洲巡遊に従つて出發



Michael Faraday (1791—1867)



し、翌々1815年4月歸英した。

爾來専ら物理學及び化學の研究に没頭し、幾多の重要な發明發見をなしました。

(1) 1816年 煨製石灰に關して見るべき第一回の論文を發表した。

(2) 1820年 新しい炭素の鹽素化合物を發見した。

(3) 同年、鋼を主原料とする合金を作つた。

(4) 1821年 電流と磁石との相互作用に關し、前年エルステツドの發見したことに明快な解決を與へた。

(5) 1823年 氣體の擴散及び液化と蒸氣張力との關係を明らかにした。

(6) 1825年 コールタールより出發してベンゼン、アニリンを製出する方法、道程を明らかにした。

(7) 1830年 光學用鉛ガラスの優秀なるものを製出した。

(8) 1831年 有名な感應電流を發見し、感應コイルを完成した。

この研究は1824年以來失敗を重ねつゝ奮闘努力した賜である。

(9) 1833—1834年、電流の化學作用を研究しフアラデーの定律を明らかにした。

(附) 電氣分解の現象は1805年ゲーヒツスに依つて磁石で南北極を分つやうなものであるとされて居たものであつたが、1833年フアラデーが今日一般に信じられてをる様に解決したものであります。

(10) 1845年 氣體の液化及び凝固の理を明らかにした。

(11) 1846年 光線の磁化作用につき新發見をなした。

フアラデーの電氣學に關する功績は化學上に於けるそれを凌駕するものが多く、電解質、電極、陽極、陰極、イオン、陽イオン、陰イオン等の語は氏が初めて用ひたものであつた。

1825年、デーヴィー氏の後任として王立研究所の實驗室主任となり、王立



學士院正會員を兼ねました。その他理學會合に關する多くの關係會員となつたが非常に廉潔で、1829年以來その政府の命によつてなした研究、調査、出張等に對しては只一度の外、手當報酬等を受けなかつたと云ひます。

1867年8月25日ヴィクトリヤ女王から賜はつたハムプトンコールの離宮内の一邸宅で幾多の業績を残して平安なる永い眠についた。ハイゲートの墓地には甚だ平民的な墓碑がその人格の程を示し、多くの世界人士によつて常々訪はれてをる。

かの電氣容量の單位であるファラッドなる單位は氏の功績を記念せんがために後年命名したものであります。

頁 節  
141 151 電解の應用。

教授要項。

(A) 電 鍍。

(1) 鍍銀の實驗。銀シアン化カリ溶液（硝酸銀溶液にシアン化カリ溶液を入ると白い沈澱が出来ます。その沈澱は過量のシアン化カリによつて再び溶けますからその全部が溶けるまでシアン化カリを加へます。さうすると銀シアン化カリ溶液が出来ます）に銀板を陽極とし、よく磨いて洗つた銅板を陰極として浸漬してその銅板に鍍銀します。

(2) その説明。

(B) 電 鑄。

(1) 實驗。炭素棒を陰極銅板を陽板につけて硫酸銅溶液中に浸漬して電流を通ずると、炭素板は銅鍍せられます。

(2) 以上の實驗を根柢として石膏、木型等を用ひる場合の電氣版の製出過程を説明し、電鑄の方法を知らしめます。

(C) 電氣冶金。

化學と連絡をとり銅製鍊に於ける精製法の説明をすること。

電液 硫酸銅の溫溶中。

陽極 粗銅板。

陰極 純銅の薄板。

之に電流を通ずると陽極に  $\text{SO}_4$  が、陰極に銅が析出する。その陽極の  $\text{SO}_4$  は粗銅中の銅分と化合して再び硫酸銅を生成する。それで結局液中の硫酸銅はその儘で、陽極の銅分が減じて陰極の銅分が増加することになります。

又熔融液を電解する例としてはアルミニウムの精鍊がよいと思ひます。

頁 節  
141 152 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)  $\xrightarrow{\text{放電}}$

(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は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ずると稀硫酸は  $\text{SO}_4$  と  $\text{H}_2$  とに分れて各陽極及び陰極に出ます。

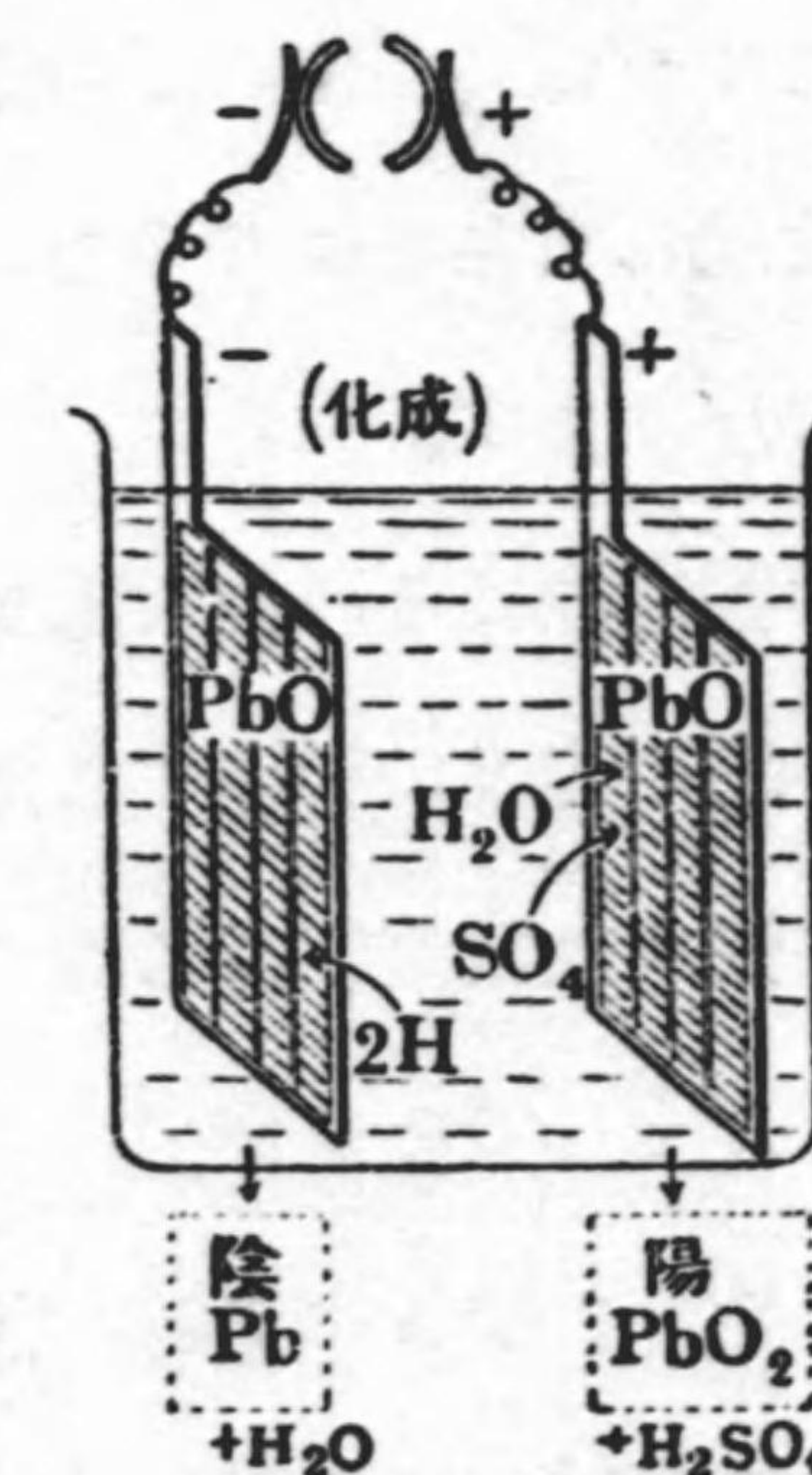
陰極  $\text{PbO} + \text{H}_2 = \text{Pb} + \text{H}_2\text{O}$

陽極  $\text{PbO} + \text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$

それで分解のため減少した管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。

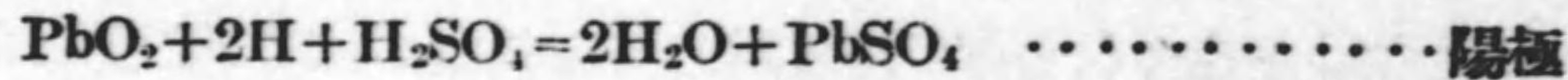
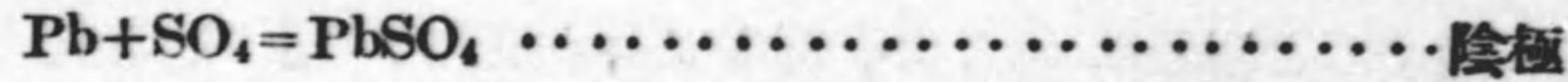
(C) 充電及び放電。電流を要するときにはその兩連結端から出る導線を目的物に連結すると、前と反





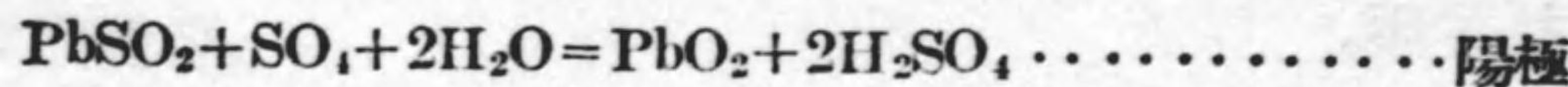
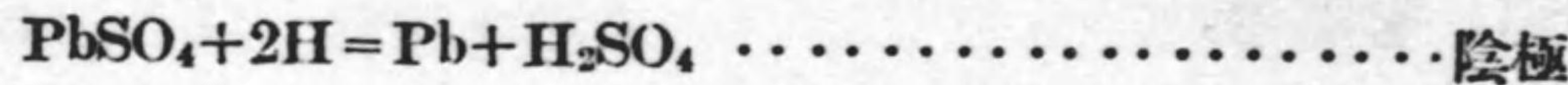
對の方向の電流を生じ電流の入口としての陽極は電流の出口として陽極となります。

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。

かく他から電流を通ずると又化學變化が電解的に進行して



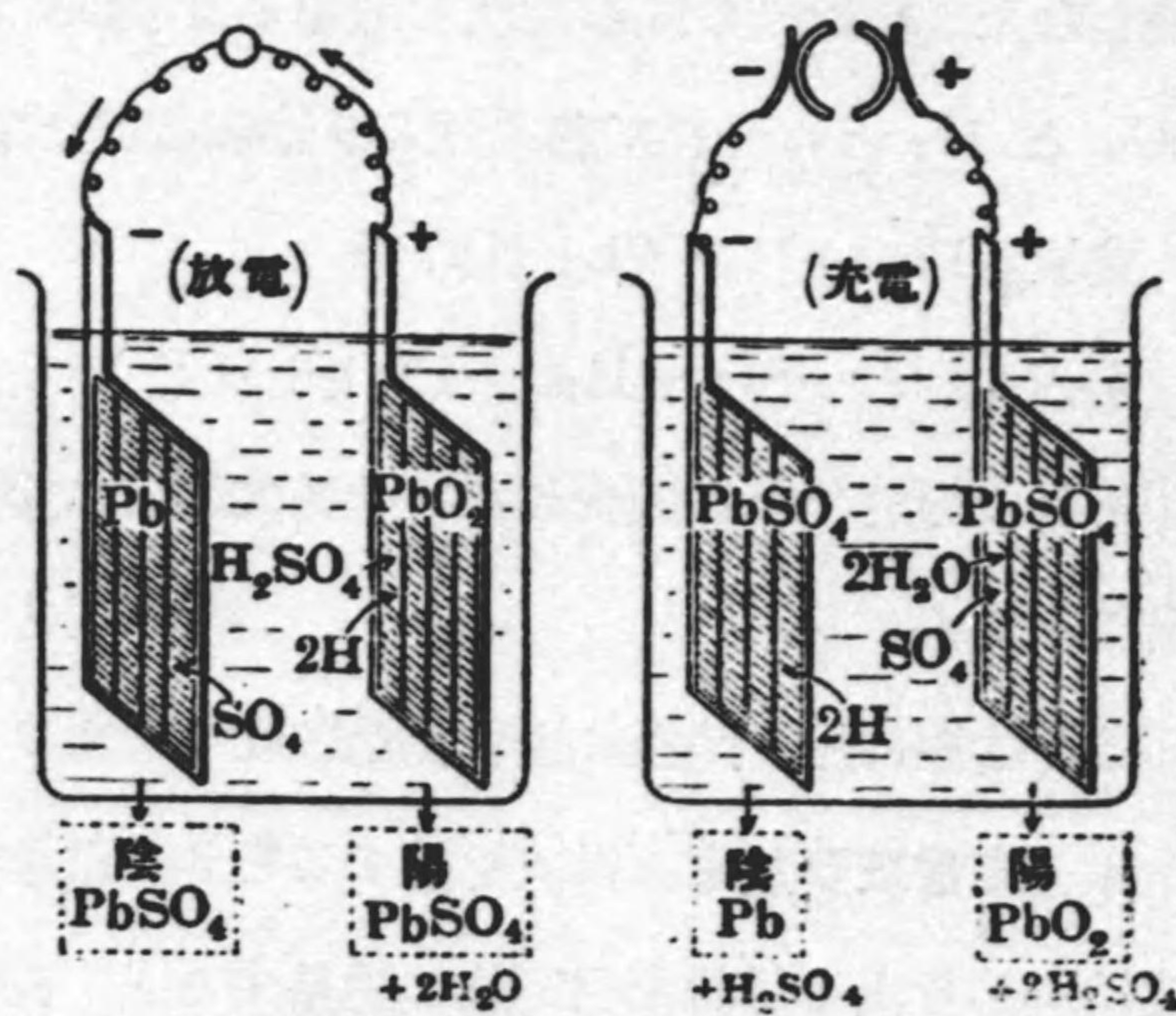
の如くなります。之を充電と申します。

蓄電池は電動力が2.4—1.8ボルトでありますが、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るります。

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。

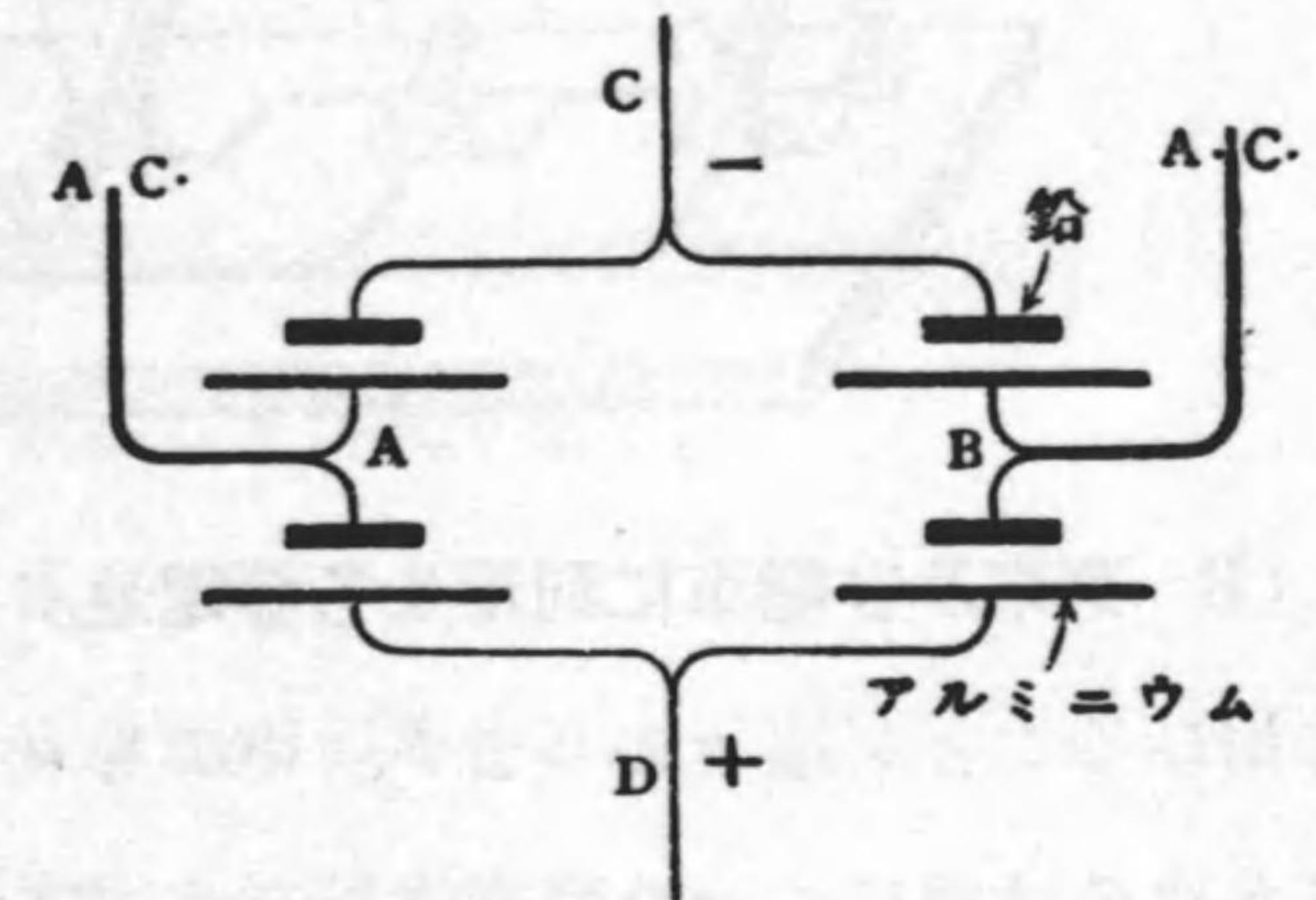
又之から2アンペアづつの電流は5時間取り出せる筈であります。

而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。

(A) 充電装置。

(i) アルミニウムレクチファイアー て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。併し右圖の如くその4個を合併すると比較的缺陷が少なくて済みます。



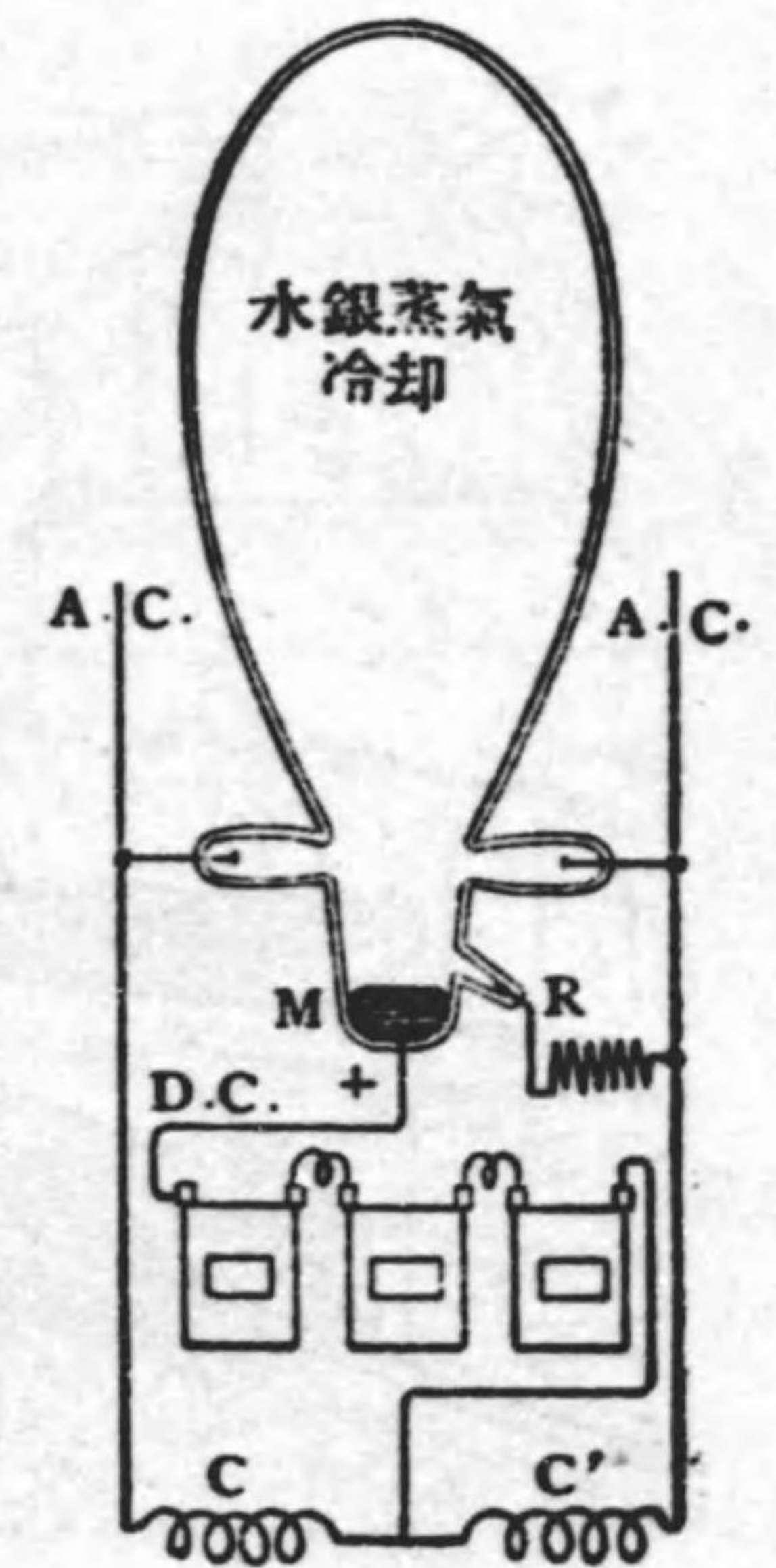
(ii) タンガー充電器。今日は之が普通によく用ひられますが価格が高いのが缺點でありますし、又蓄電池にもよい影響を與へません。

(iii) 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、高價な點は致し方がありません。

(iv) 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。

(v) 便利な充電装置の組み立て方。タンガーバルブを利用して次圖の如き装置を組み立てますと簡単に充電が出来ます。

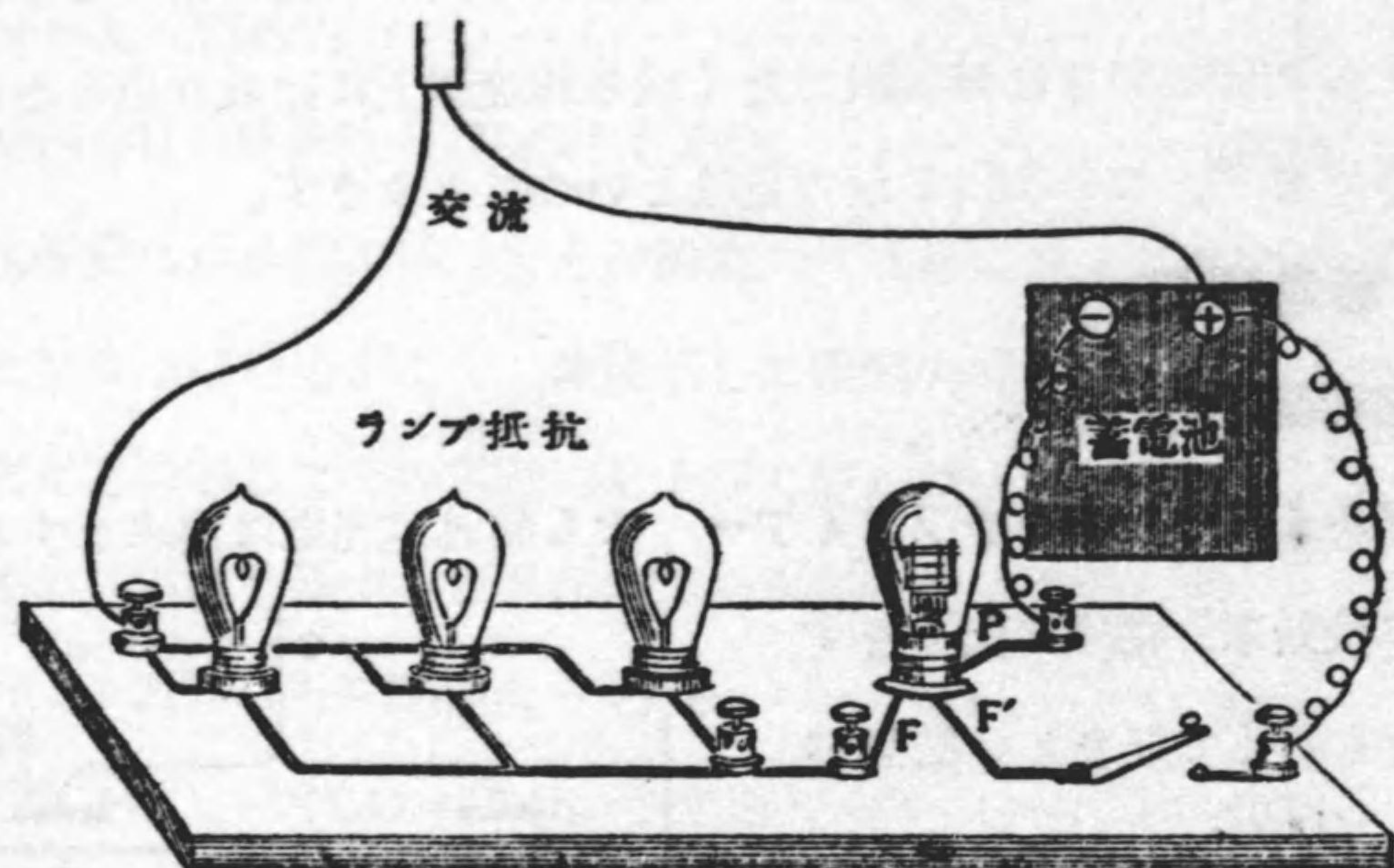
ランプ抵抗の多少で電流を加減することが容易で



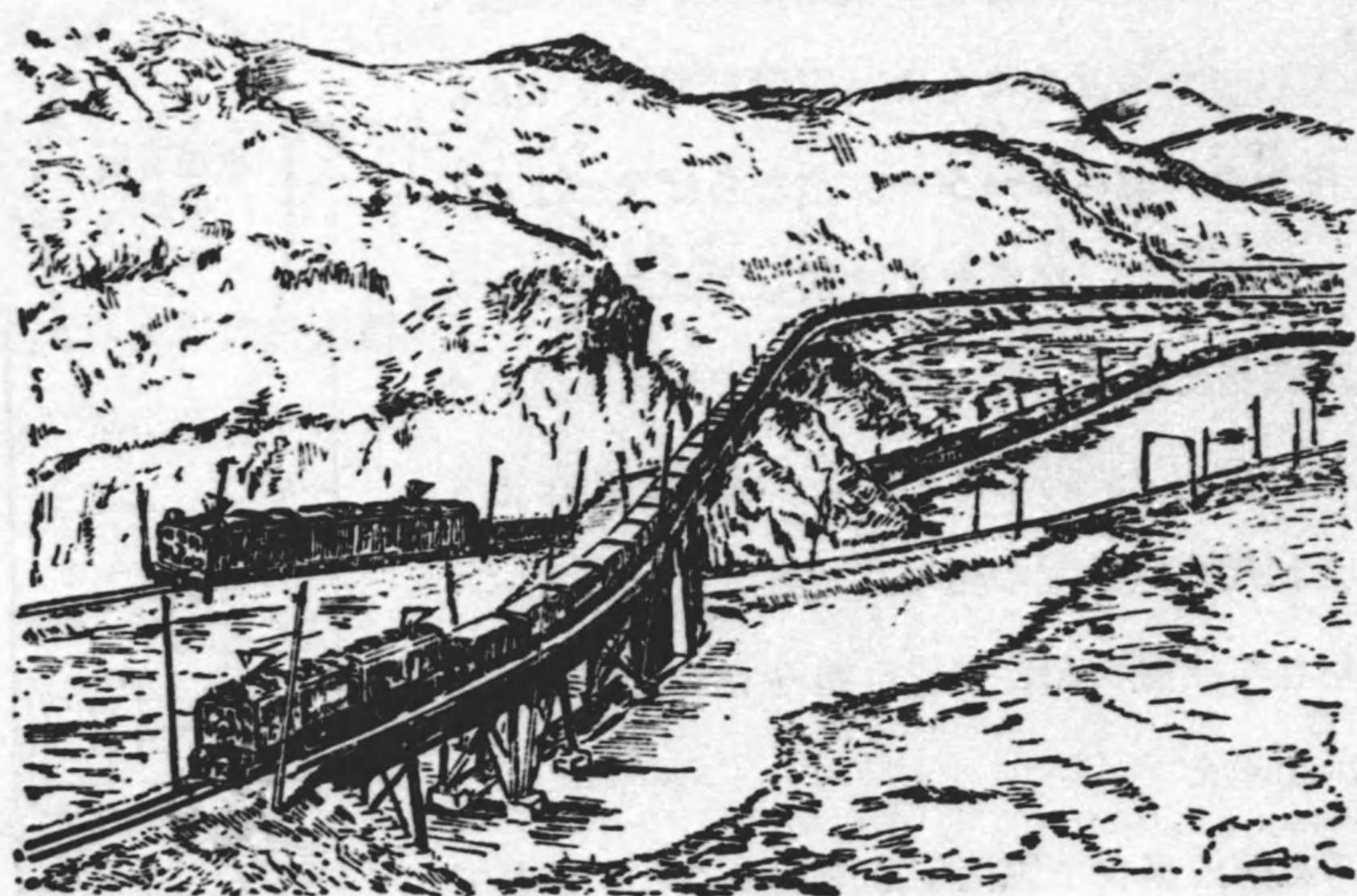


あるのと、ボルトが多くても少なくとも比較的に自在なのがその特徴であります。

故にラヂオ用のAもBも差別なく充電が可能であります。



(B) 列車及び電車に利用せる蓄電池。列車や電車、電気機関車等が蓄電池を用ひることが屢々あります。中にもロツキー山にある軌道会社では山を降るときには車につけた発電機をその下降のために得る廻轉速度で廻して電流



を造り、それで蓄電池を充電して置いて、上昇のとき電力を補ふやうに工夫してをります。之などは面白い利用例と思ひます。前圖はその軌道を寫したものであります。

## 第五章 電気抵抗

頁 節  
142 153 電気抵抗。

(A) 電流の強さに影響する事項。

- (1) 電動力の大小。
- (2) 導線の太さ、長さ、品質等。

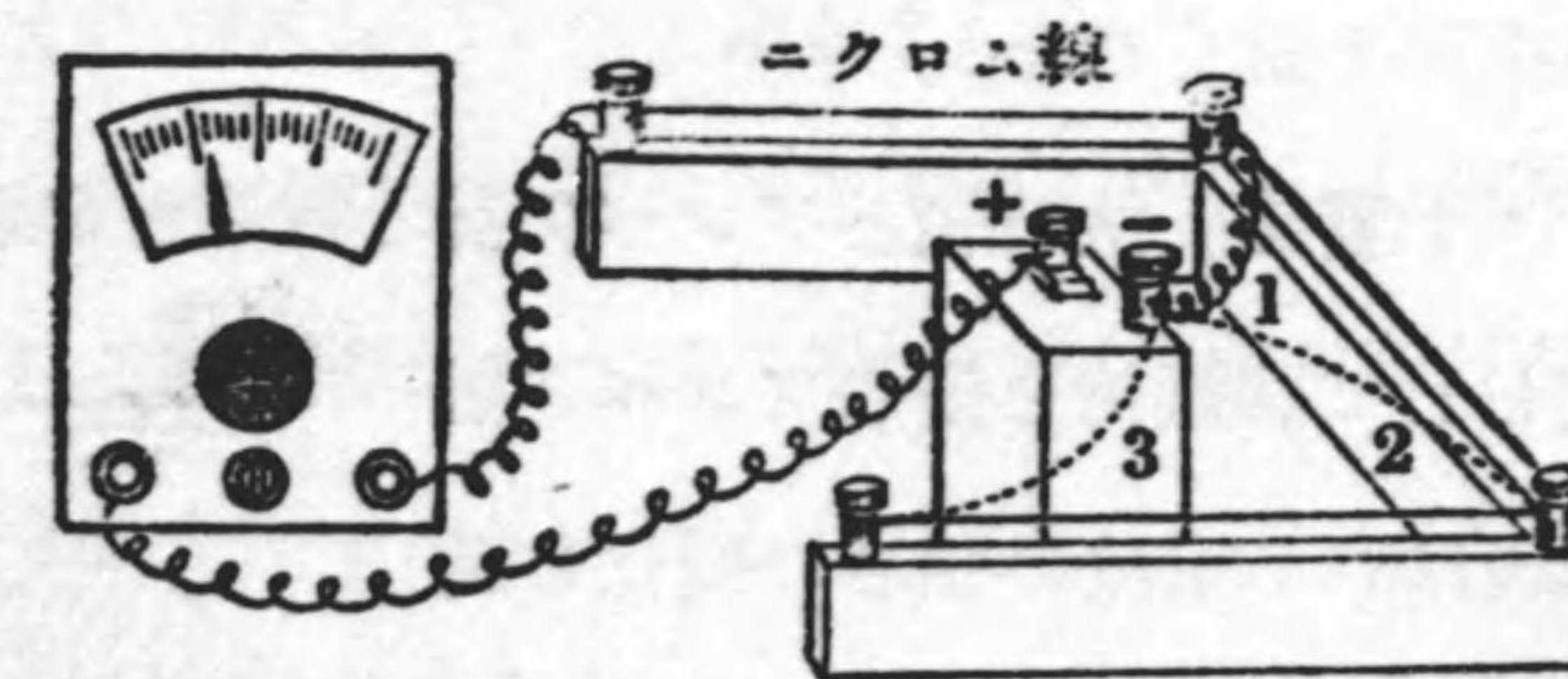
之は電動力一定の電池（蓄電池）等を種々の導線で電流計に連結してその電流の強さを見ると、それに差等のあることが判ります。

(B) 電気抵抗の定義及びその大きさ。

- (1) 同一品質のものでは 断面積に反比例すること。  
その長さに正比例すること。

右圖の如き實驗器具が造り易く且つこの目的に適します。

(2) 同長同大で質を異にする場合の比較。



教科書 143 頁の表に依る。

(C) 抵抗の單位。水銀を以てせる 1 オーム抵抗線のこと。

(附 1) ニクロム線。ニクロム線は鐵、ニッケル、クロムの合金で酸及び高温度に耐え電熱器用の線としては理想に近いものであります。

この合金は米國の特許品で、只今では抵抗用線として世界に獨占的地位



を保つ有様で、その価格の高いにも係らず需用が甚だ大であります。

1920年米國に於ける製出高が12億4000萬圓に及んでをるを見てもその莫大な需要の一面が窺はれます。

(附2) 電氣合金ニツボロイ。本品は東京府泉謙吾氏の發明で、英、米、加奈陀、佛、獨、白、伊、瑞典、諾威及び支那等十一箇國の特許を得てをるとのことです。

ニクロム線以上に卓越した抵抗の大きい電熱用合金で、第三回發明品展覽會で長くも皇后陛下より國家のために有益な發明であるとの御言葉を賜つた程であると言ひます。

### (附3) 抵抗器。

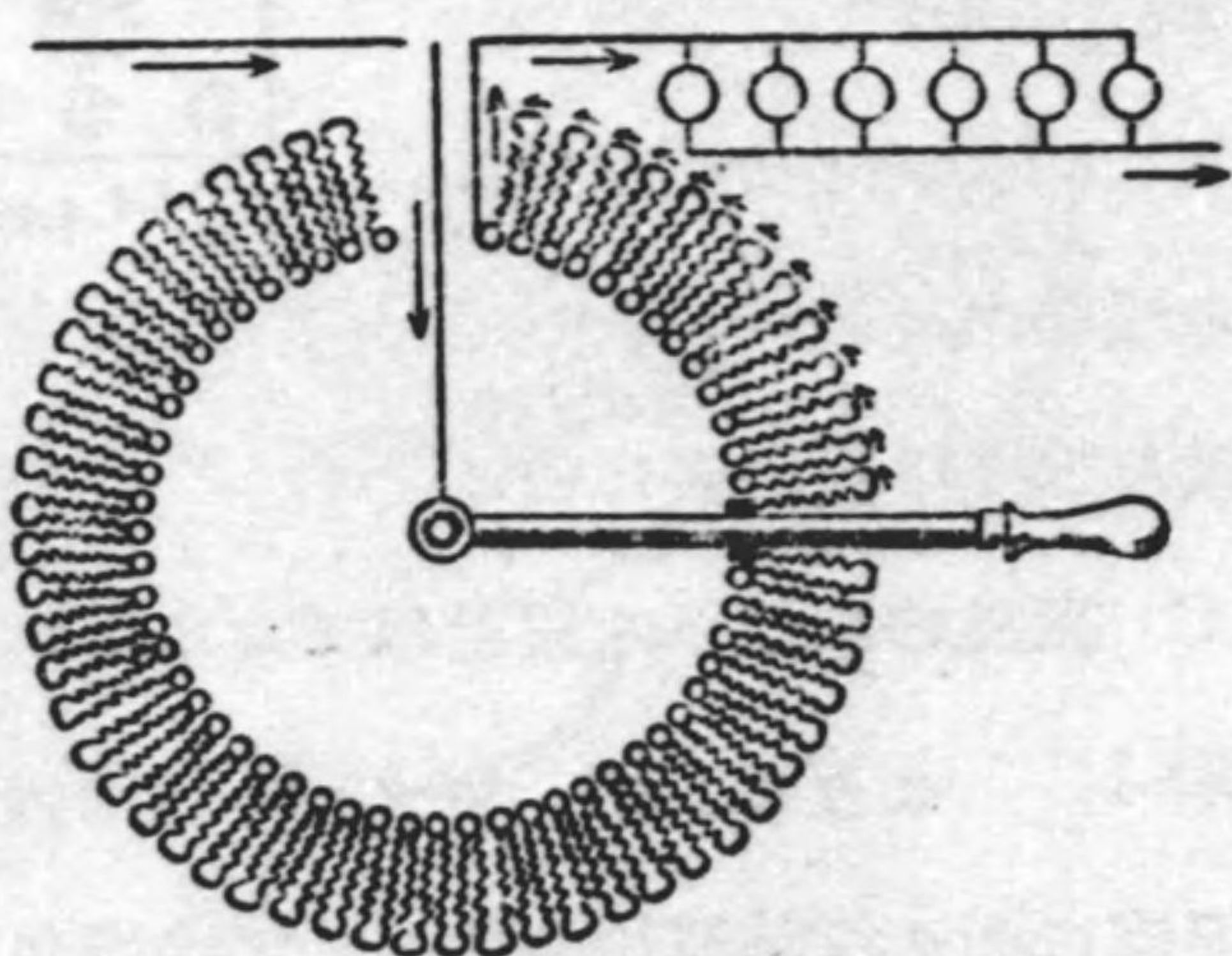
(A) 抵抗器の必要。電流の強さを變じて所要の強さのものを得るために抵抗器の必要なる次第を解くこと。

(B) 抵抗器の説明。教科書圖 318 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 143 154 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。

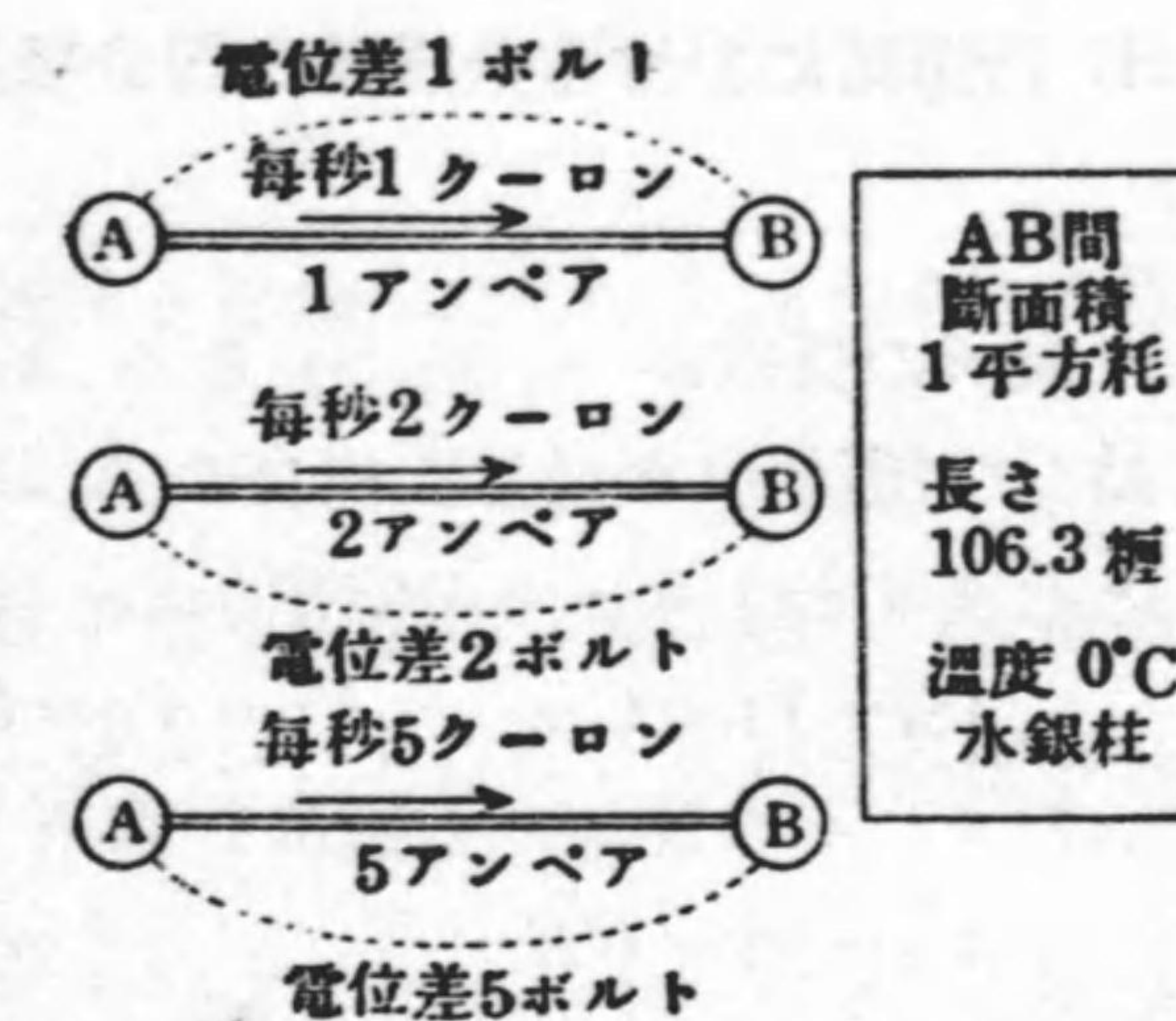
オーム (George Simon Ohm. 1787

—1854) は獨逸の物理學者で1787年3月16日エルランゲンに生まれました。1817年30歳でコーロンジ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、その間の全抵抗に反比例する次第を明らかにしました。

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むし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チーから榮譽あるコブレー牌を贈られました。





1846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  
144 155 抵抗の連結。

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関係。

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

$$V_A - V_B = Cr_1 \quad V_B - V_C = Cr_2 \quad V_C - V_D = Cr_3$$

となり、その連結の全抵抗を  $R$  としますと、

$$V_A - V_D = CR$$

$$\begin{aligned} V_A - V_B &= Cr_1 \\ V_B - V_C &= Cr_2 \\ + V_C - V_D &= Cr_3 \end{aligned}$$

$$\frac{V_A - V_D = C(r_1 + r_2 + r_3)}{V_A - V_D = C(r_1 + r_2 + r_3)}$$

$$\text{故に } CR = C(r_1 + r_2 + r_3)$$

$$\text{故に } R = r_1 + r_2 + r_3$$

のやうな証明を加へないで直ちに  $R = r_1 + r_2 + r_3$  と常識的に取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関係。

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

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

$$V_B - V_C = CR$$

$$\text{故に } \frac{1}{R} (V_B - V_C)$$

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

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

(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。

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

$$= \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2}$$

$$= r_2 : r_1$$

頁 節  
144 156 電池の内抵抗。

(I) 教授要項。

(A)  $C = \frac{E}{R}$  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兩極の電位差にあらずして、電流の通じて居ないときの兩極の電位差なることを説明する必要があります。

(B) 等しい  $n$  個の電池の連結。

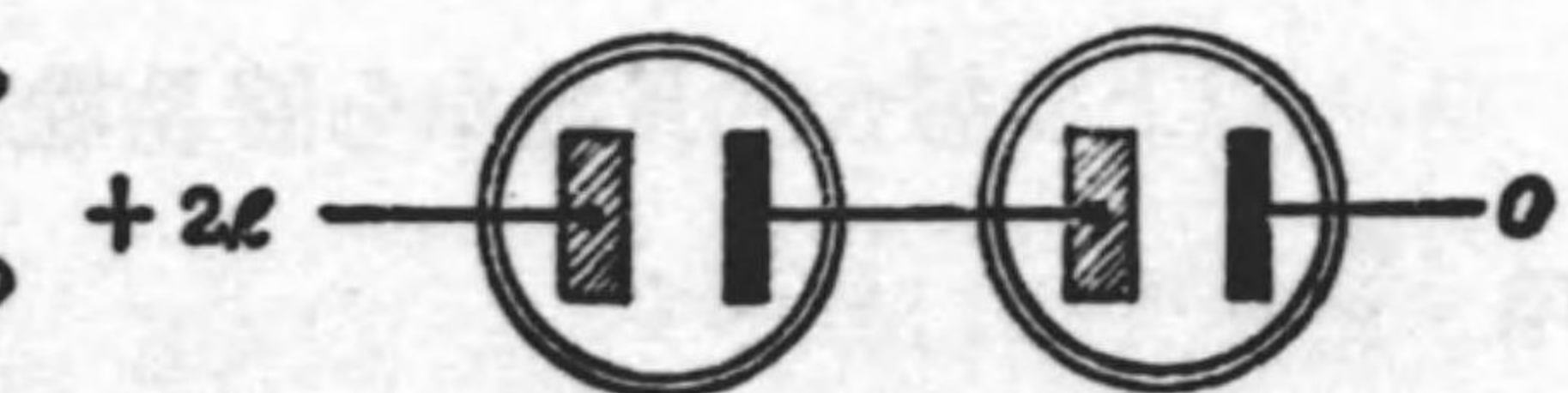
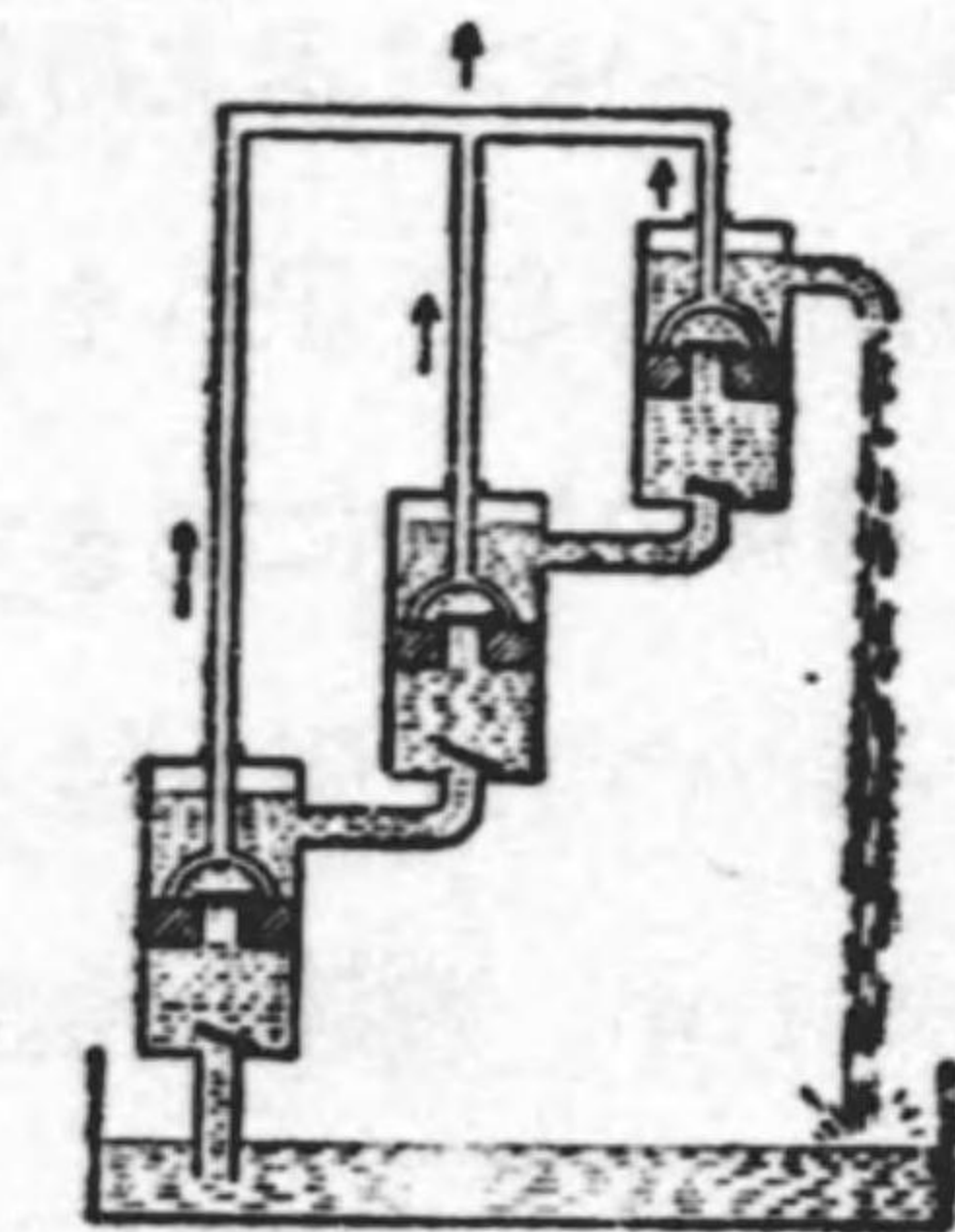
直列連結ではその1個1個が各兩極でそれらの電動力だけの電位差を保つからその1個の電動力を  $E$  とすると總電動力は  $nE$  となります。同時に總内抵抗1個の  $n$  倍になります。

直列連結(列連結)

依つて若しその外抵抗を  $R$  とすると、それから得られる電流  $C$  は次の如くなります。

$$C = \frac{nE}{R + nr}$$

並列連結では大きい電池一個を數個に分割したやうな次第でありますから幾ら連結しても兩端の電位差は一個の電池の電動力に等しく電動力は少しも増しませ



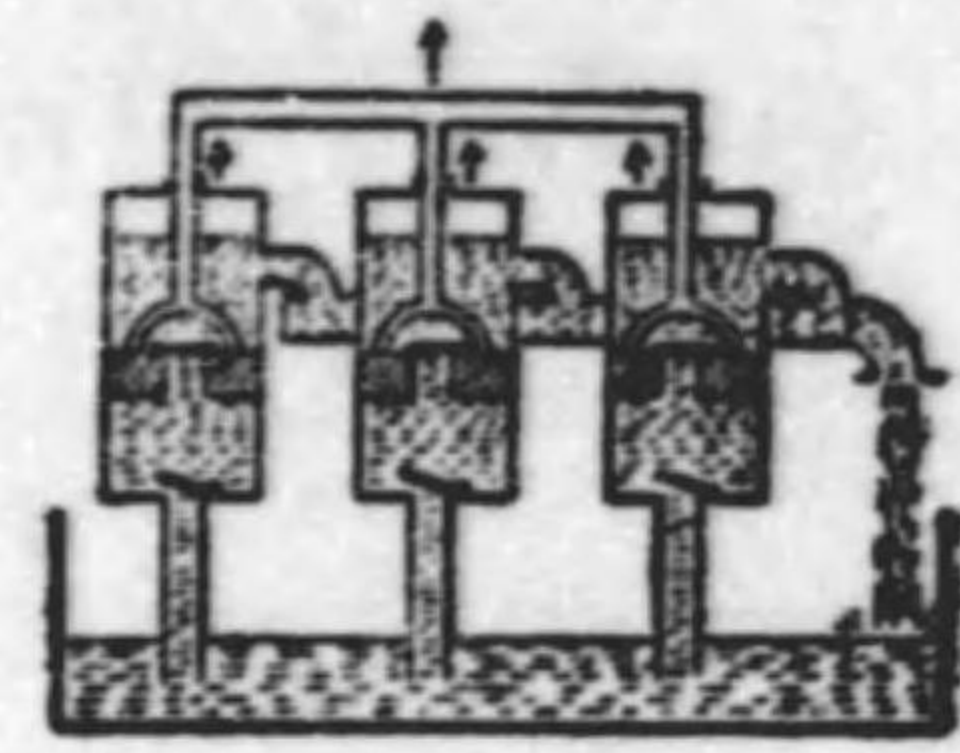


ん。しかし内抵抗に於ては一個のときの  $n$  倍に電流通過面が廣くなつたと同様でありますから、全内抵抗は一個のもの  $\frac{1}{n}$  であります。

従つてそれから得られる電流の強さ ( $C$ ) は次の値をとります。

$$C = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{nE}{nR + r}$$

並列連結(列連結)

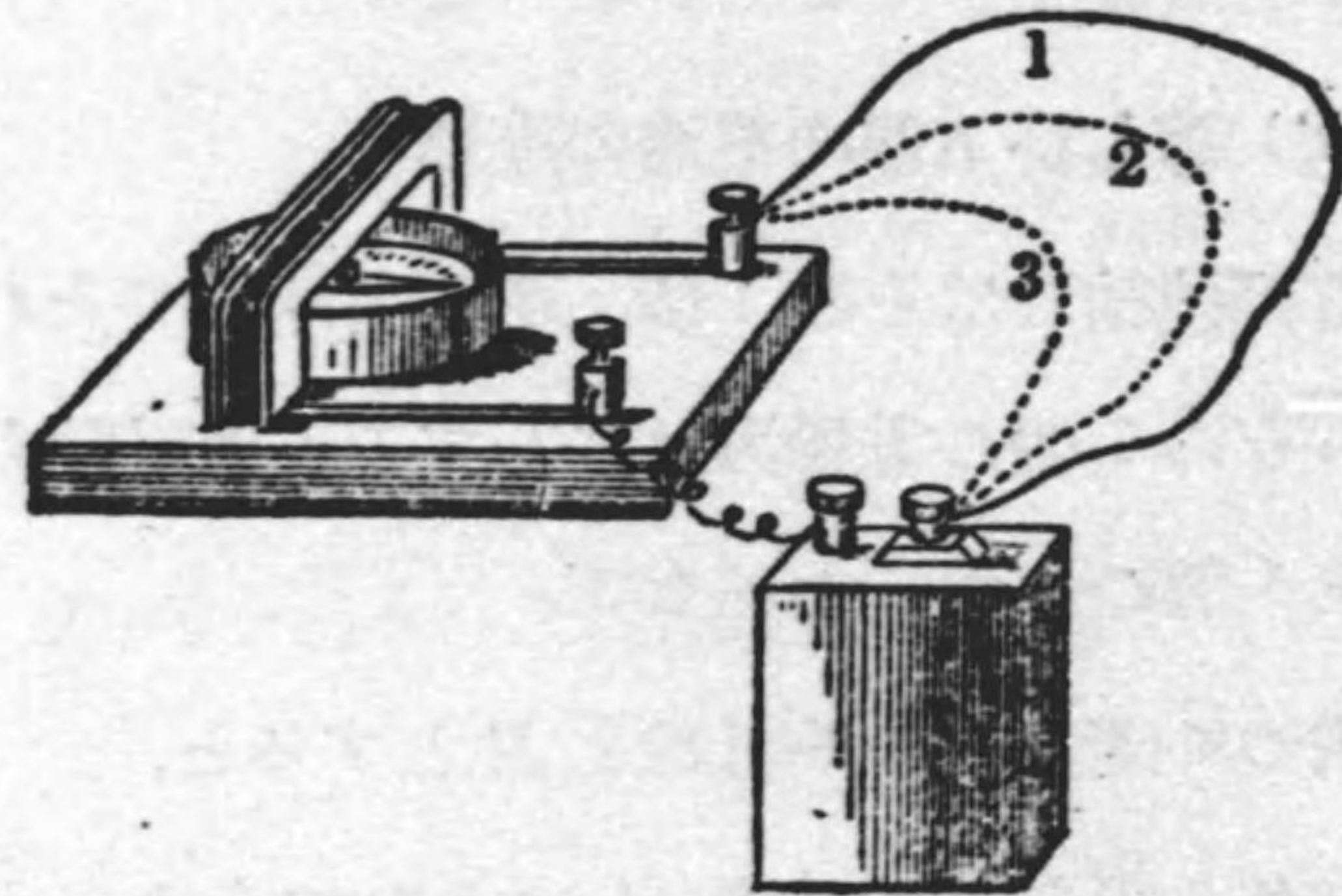


### 第六章 電流の磁氣作用

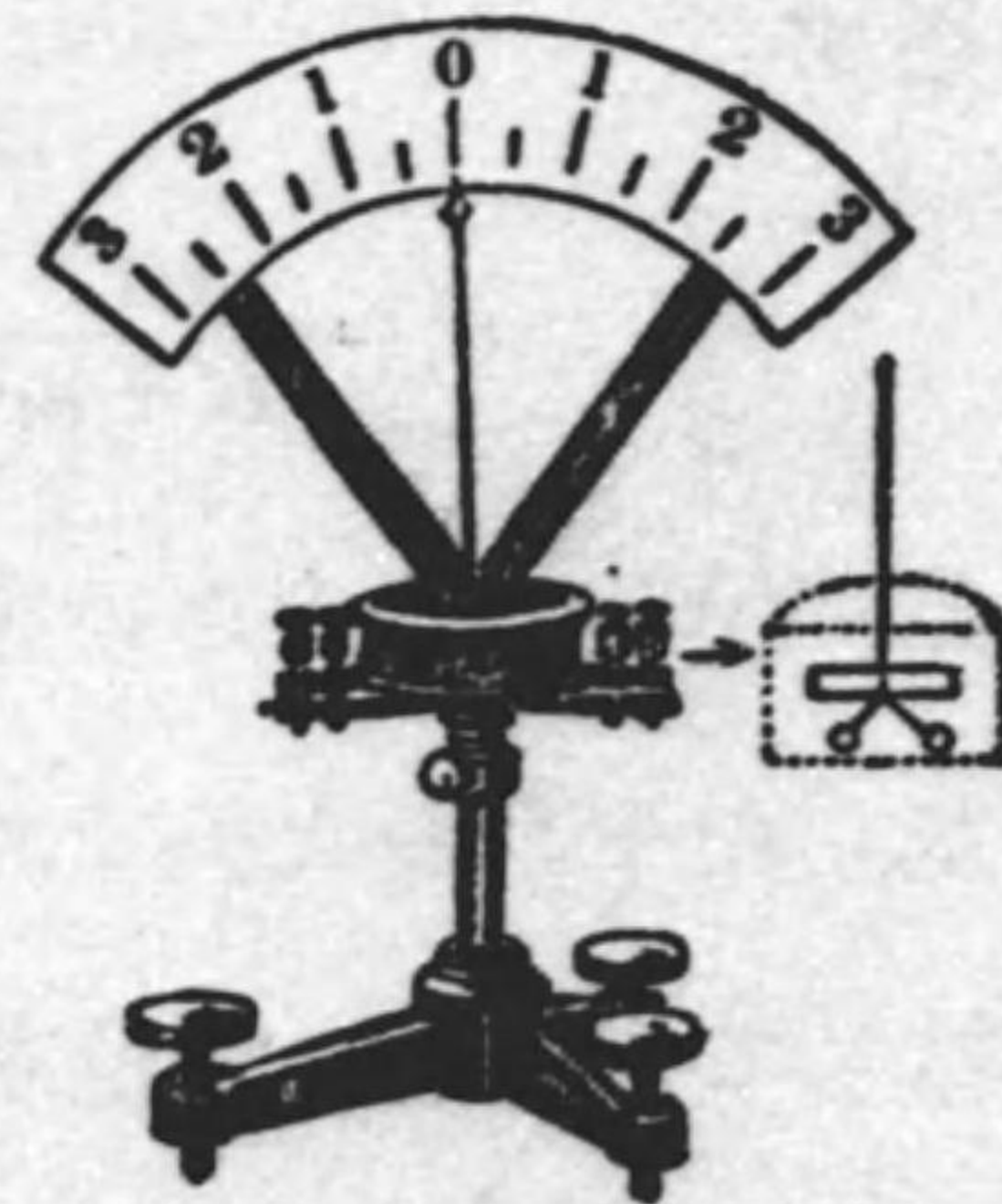
頁 節  
145 157 電流の磁氣作用。

#### (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) 種々の場合に就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ある場合につき考察せしめ、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。

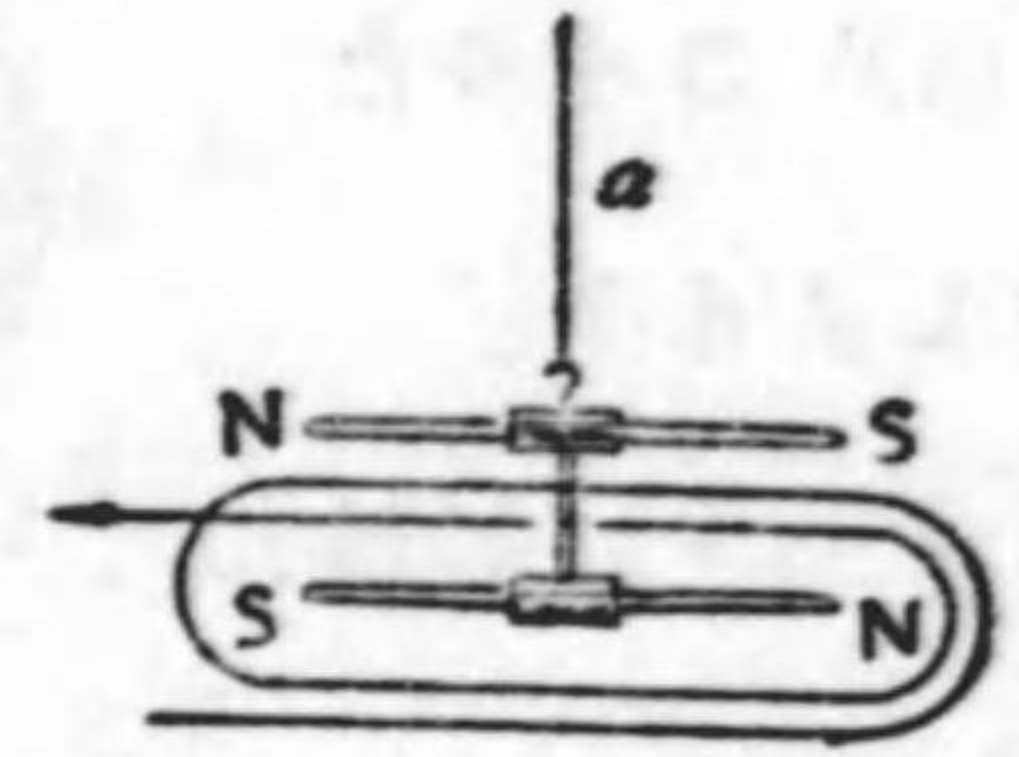


(C) 以上の綜合的見地から簡易電流計の構造作用を推究せしめます。

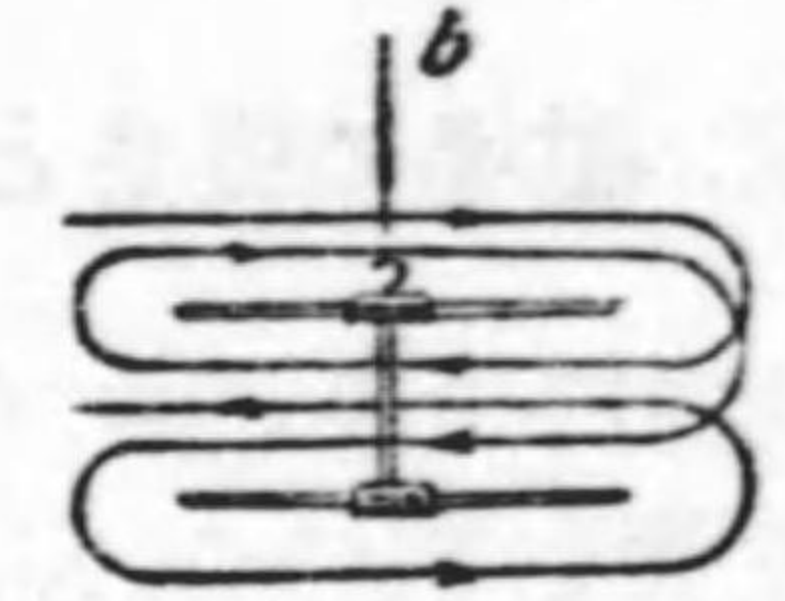
その縦型のもは指摘説明に便利であるので教授上には屢、用ひられます。

#### (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。

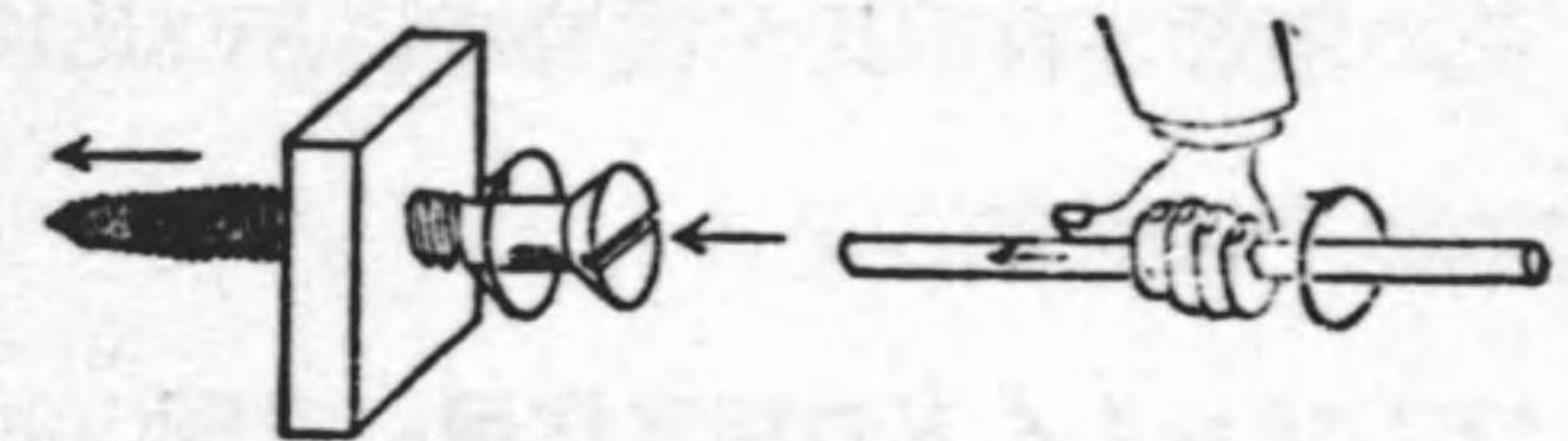


頁 節  
146 158 電流の磁場。

#### 教授要項。

(A) 直線電流の磁場。實驗に磁氣指力線を出しませて見させます。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その他に故障が起る場合が豫想



されるならば、數本又は十數本の線が必要部に直線状になるやうに幾回か繰返し使用する方法をとればよい結果が得られます。

(B) 以上をネヂに關聯させその方向を定めること。  
教科書 146 頁の圖 325 を利用して説明します。

(C) コイルとその磁場。146 頁下方のコイルを右手に握れる圖により、フレミングの規則に統一します。



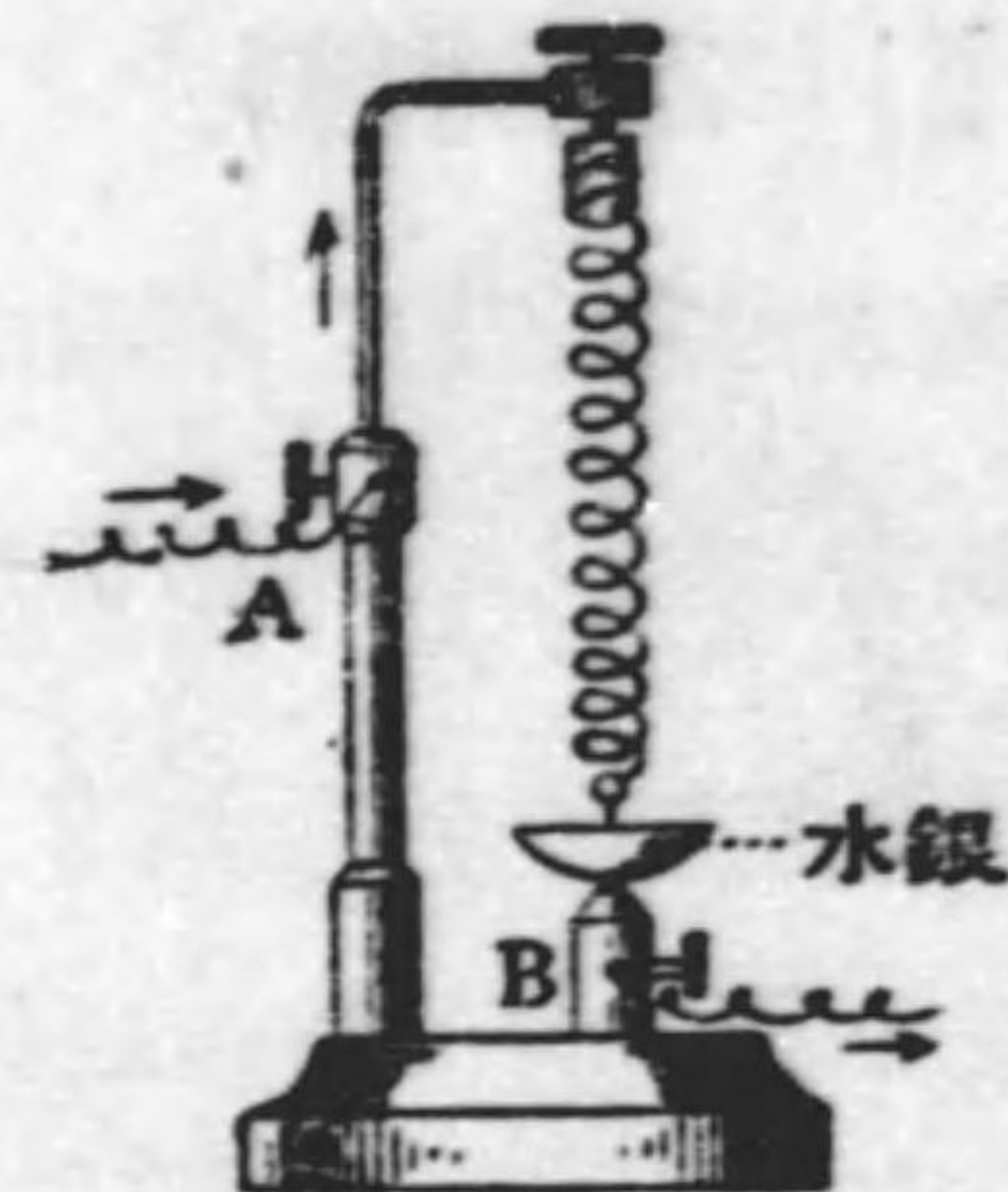
コイル断面を見た場合の電流の方向と、磁場との關係は右圖の如く整理します。



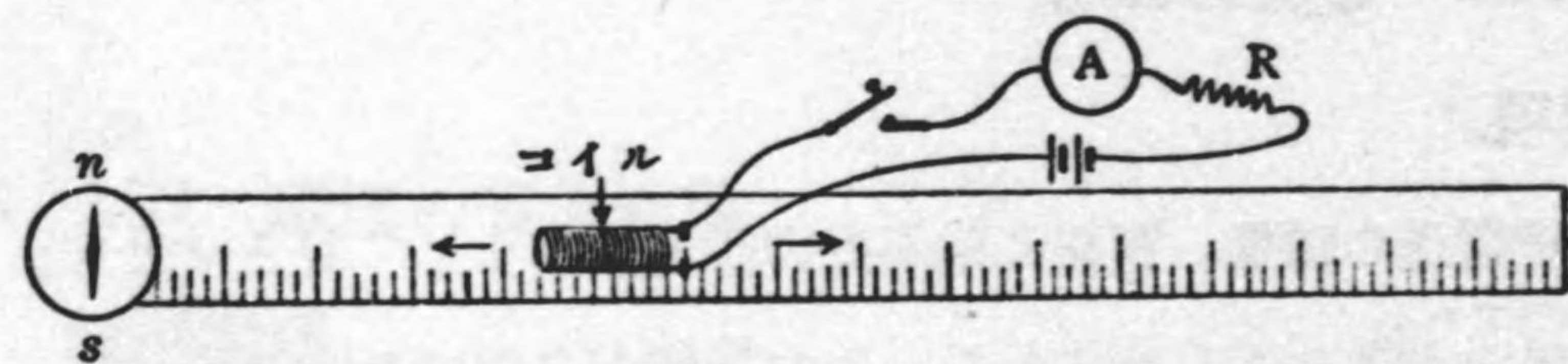
(D) コイルとソレノイド。



コイルとは線輪のことで、ソレノイドとは電流の通じてをるコイルのことです。

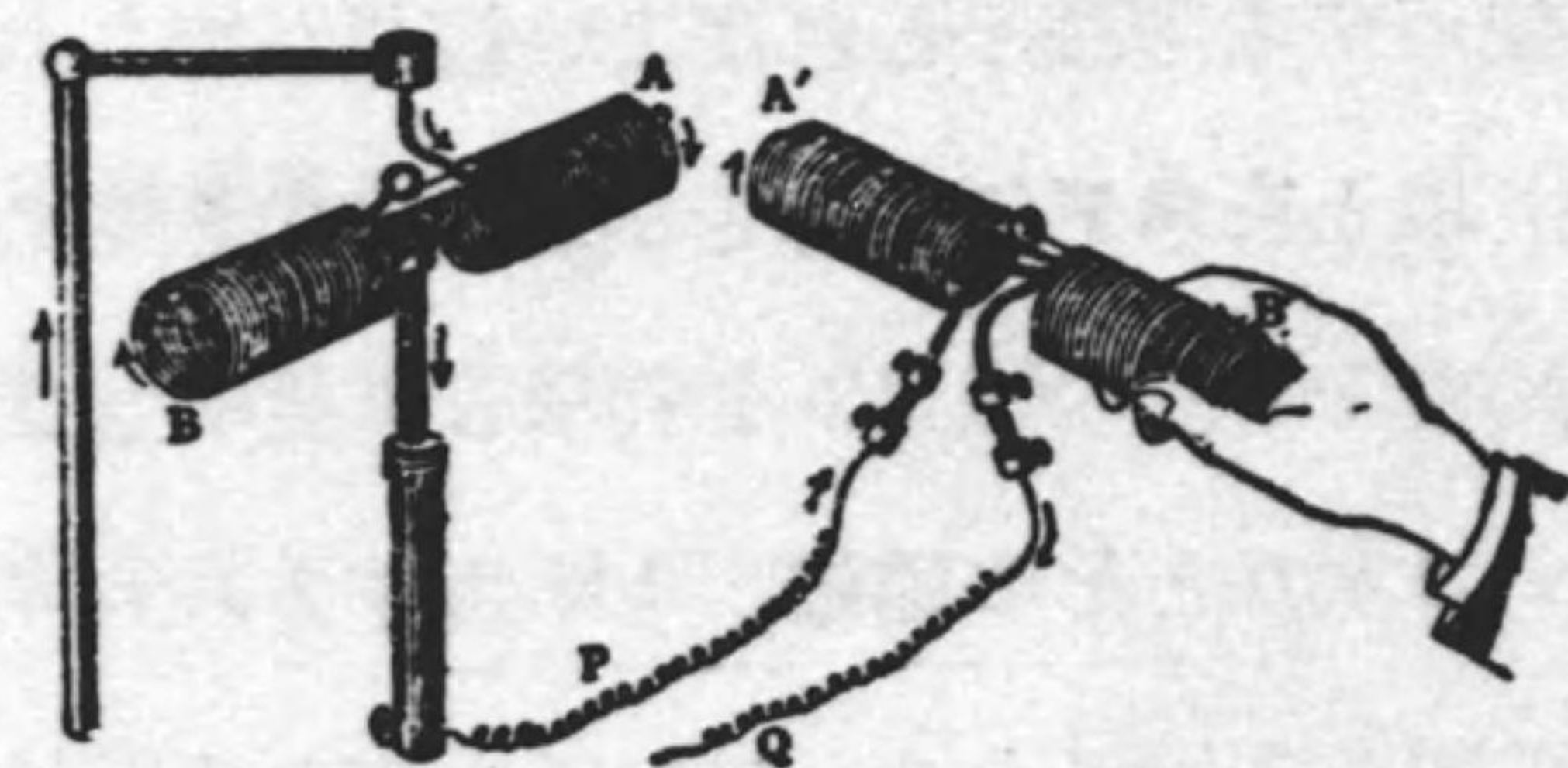
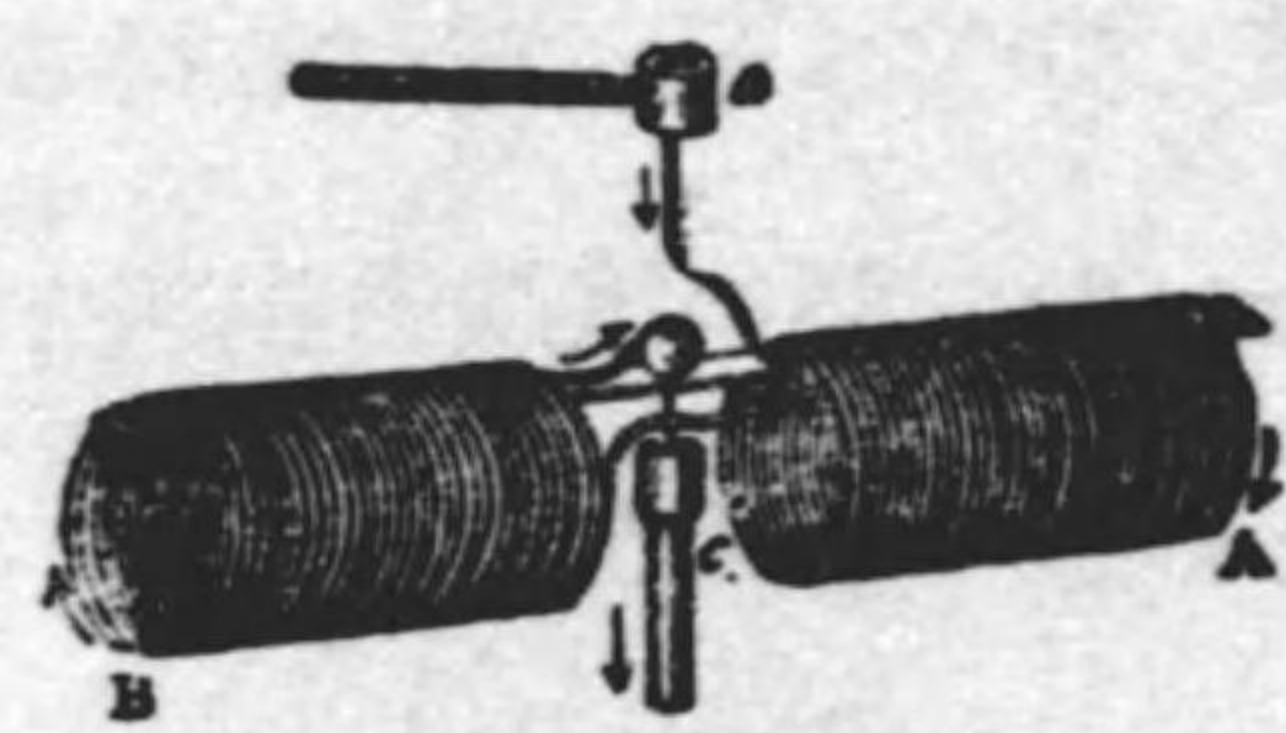


(E) 磁場の強さと電流の強さとの関係。下図の如き方法により、コイルが前方の磁針に及ぼす影響を測ります。先づ磁針とコイルとの距離を一定にして或る電流によるコイルがその磁針を廻轉する分角を知り、次にコイルを磁針に近づけ又は遠ざけて電流の強さを變じ、同一分角までその磁針を動かす距離を定めます。



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。

(F) ソレノイドの相互作用。右圖の如く自由に動き得るコイルに水銀を経て電流を通ずるとソレノイドになりますから、他のソレノイドを用ひて相互作用を見ればよいと思ひます。



頁 節  
147 159 アンペア計とボルト計。

(I) 教授要項。

(A) アンペア計の構造及び作用。

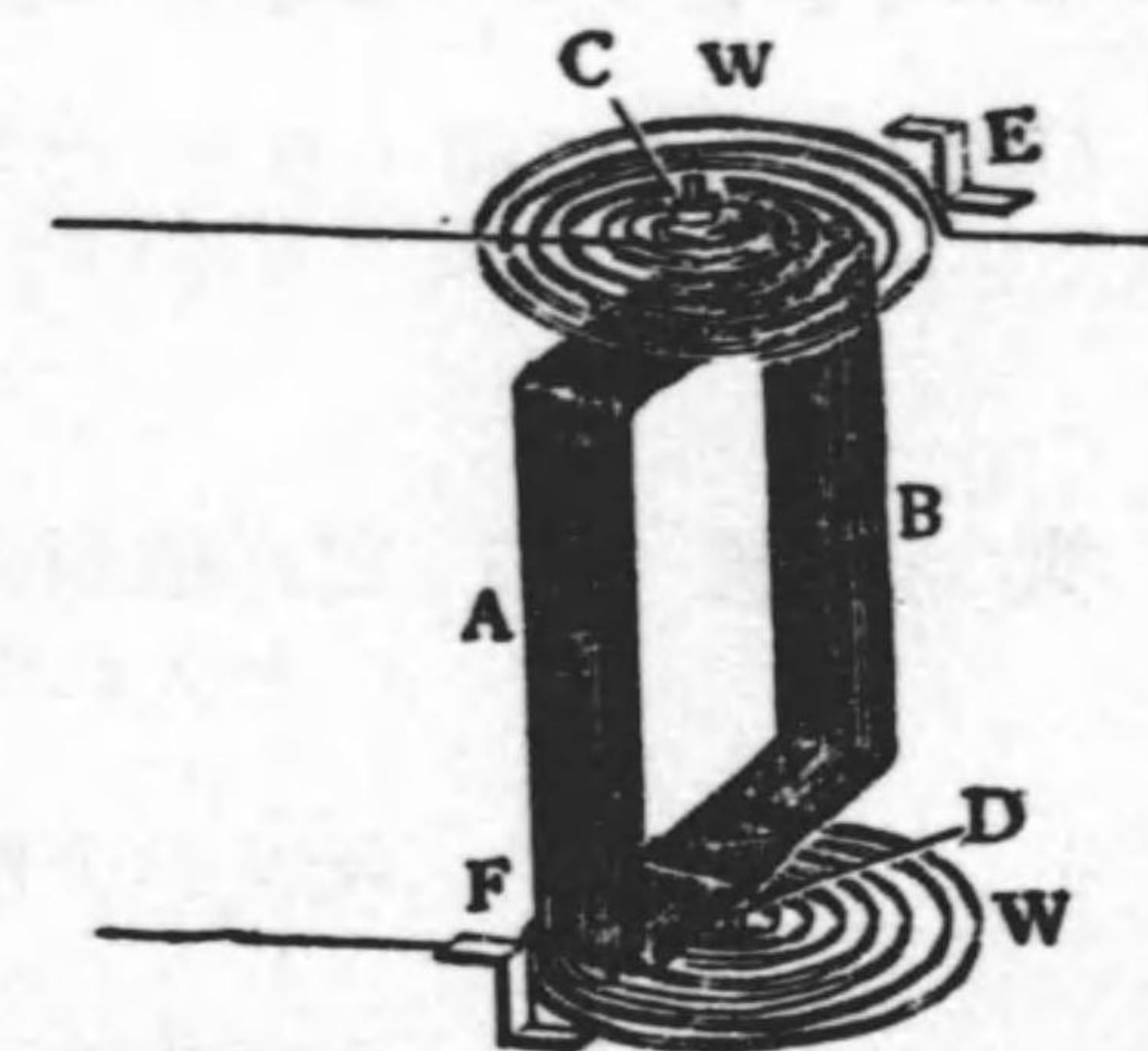
(構造) 教科書の圖につき説明すること。  
蹄形磁石  
指針附コイル  
目盛

蹄形永久磁石に多少導線を捲きつ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鉄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、高價ではありますが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んど同様。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てになつてをります。

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んど電流は流れません。

故に測定しようとする二点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んど変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。

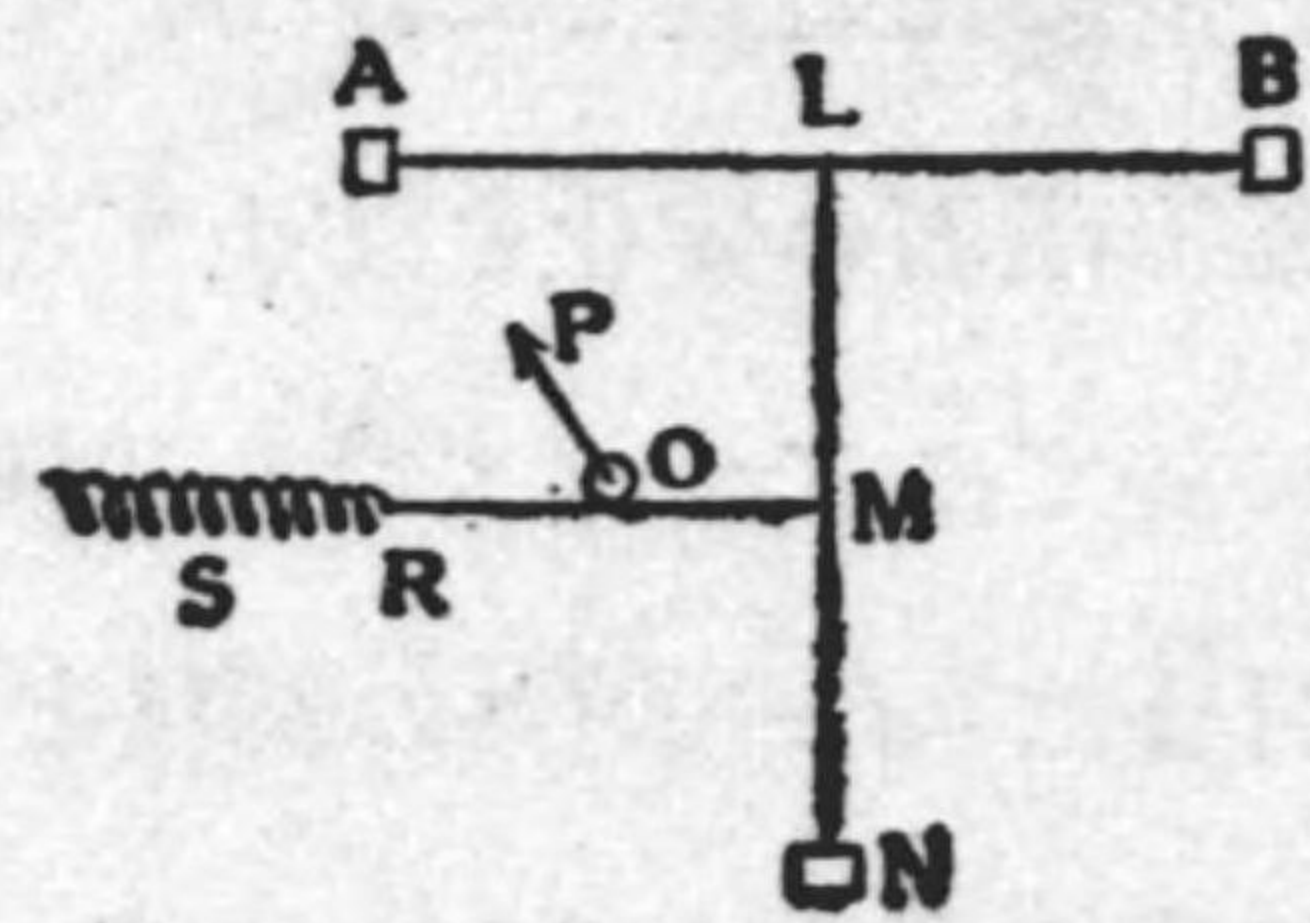
ボルト計とアンペア計との比較。

(種類が多くて同一でないが教科書本位で)

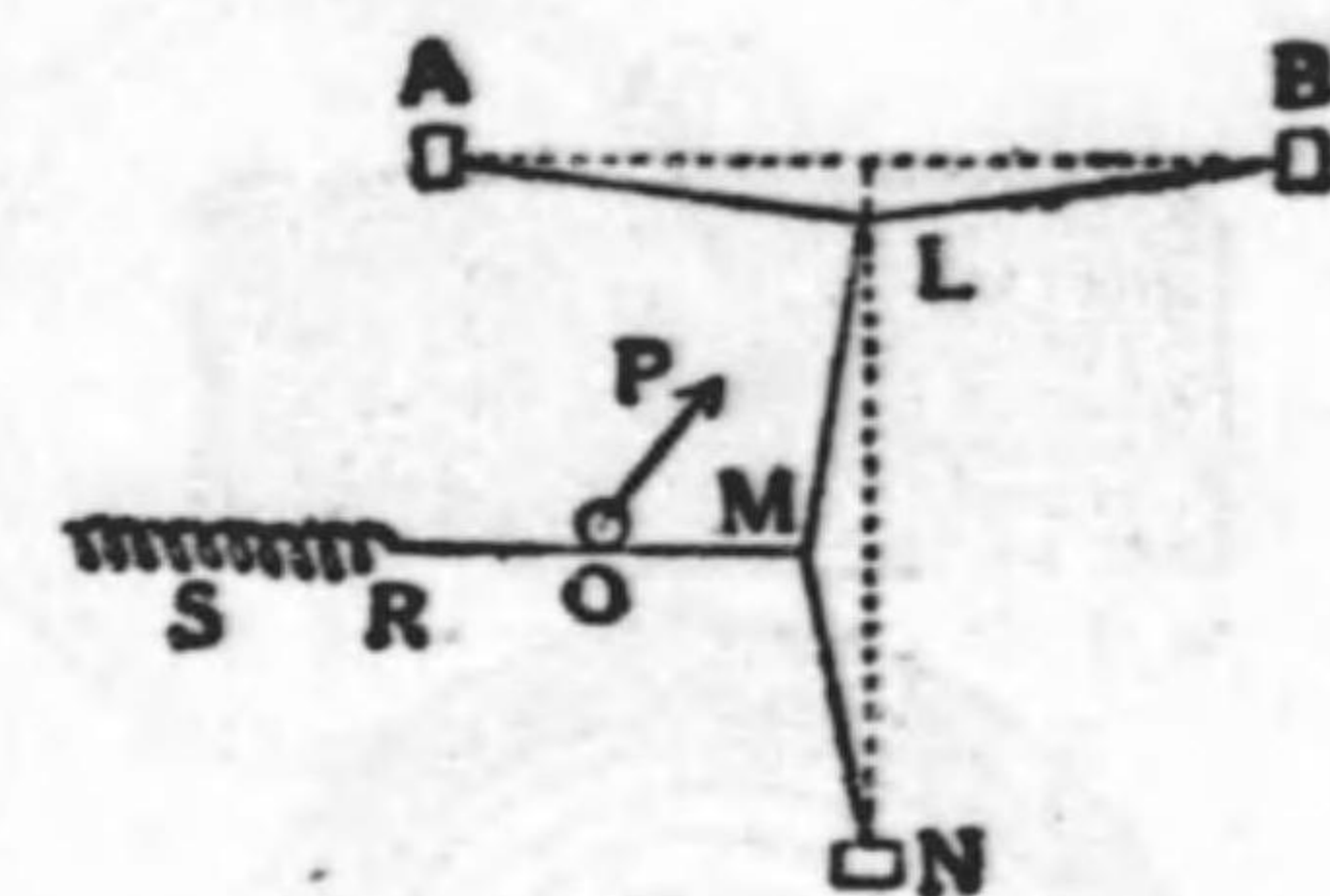
	アンペア計	ボルト計
構造(類似)	蹄形磁石間に指針附コイルを入れた構造。	同
(相違点)	抵抗が少ない。	抵抗が非常に大。
(類似)	目盛でアンペアを読む。	目盛でボルトを読む。
使用法(相違点)	主電流に行に入れる。	主電流に列に入れる。
作用(類似)	コイルの電流の磁気作用で指針を共に動かす。	同
(相違点)	コイルに流れる電流は主電流と同量。	コイルへは分派電流の微小なもののみが流れる許り。

(III) 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、それで次圖のやうに電流による熱作用を利用したものが用ひられてをります。

A, B, N 点を固定し, A, B 及びその中間 L 点から LMN 線を引き張り, LN の中点 M から MR を引き R 端を弾條 S に固定します。之に電流を送るときはその電流が AB



を通過するやうにするとその發熱作用で AB が延長する結果、右圖の如くなつて彈條が縮み指針が動かされる。



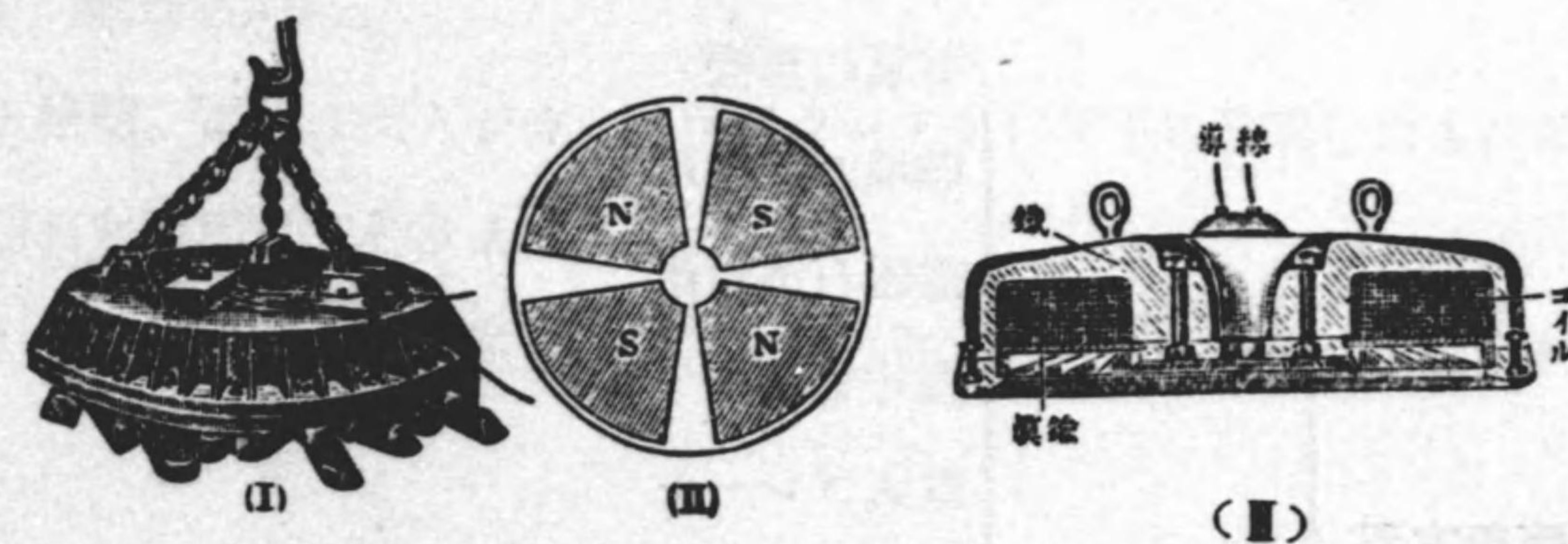
頁 節  
148 160 電磁石。

教授要項。

- (A) 構造 の説明。
- (B) 作用。電流を通過する場合の結果と、そのとき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) 電流の強さに比例します。
  - (2) コイルの巻き数に正比例します。
  - (3) 軟鉄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。

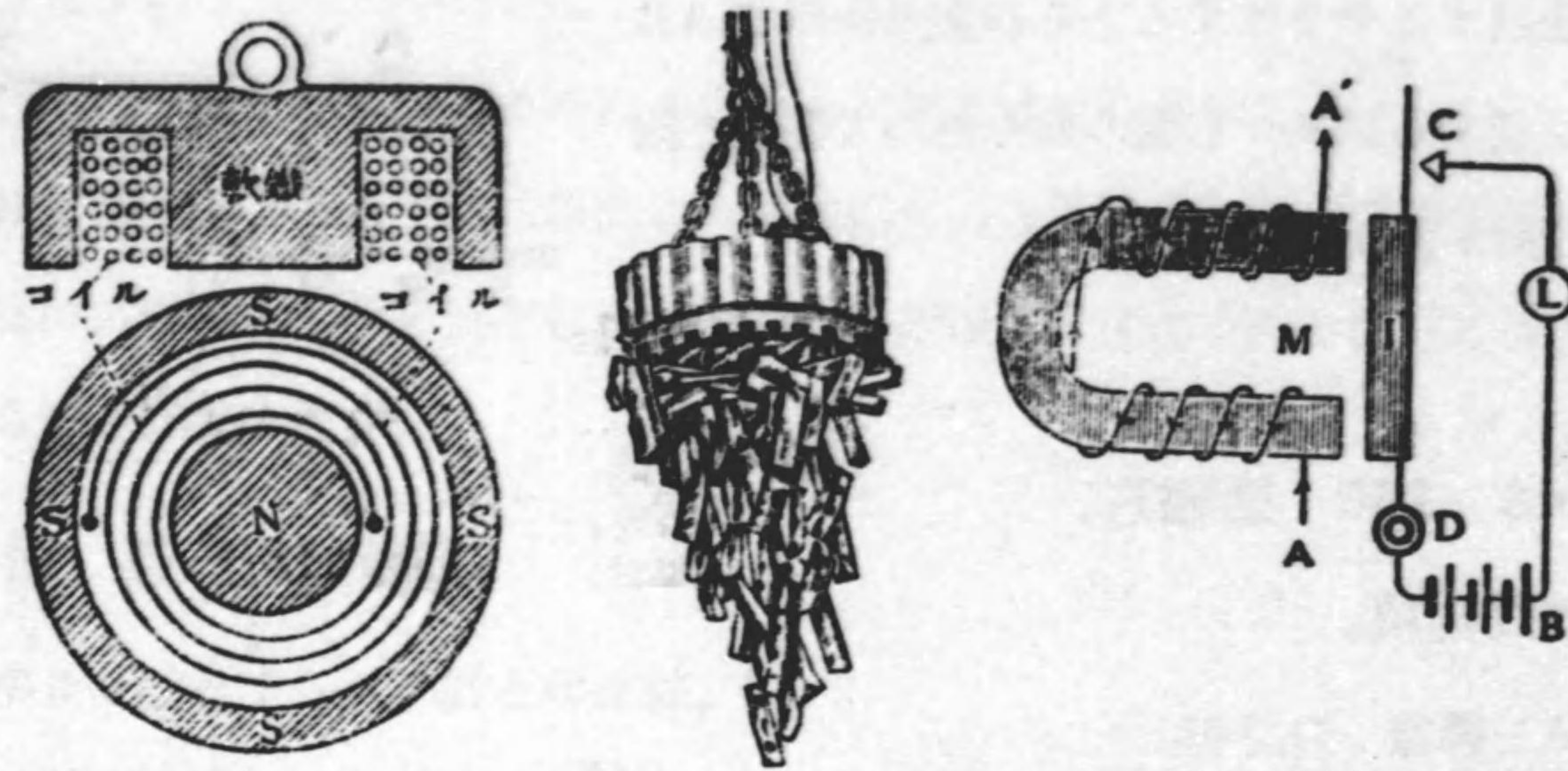
次圖は之に該当する起重機用電磁石を示したものであります。

(I)は外觀, (II)は裏面, (III)は断面圖であります。



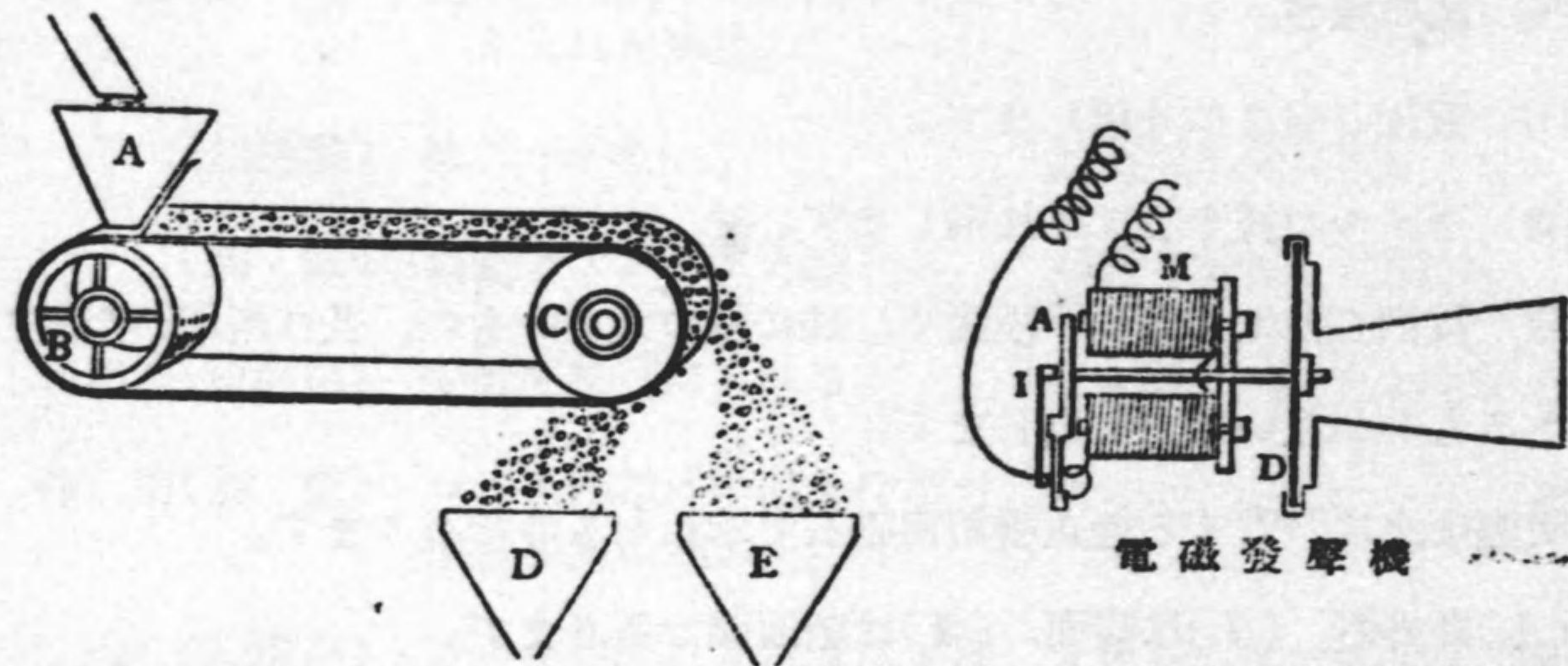
- (4) 磁力を大にするには兩極の距離の成る可く近いのが有効であります。
- (5) 軟鉄心の品質が磁氣に對して敏感なもの程強い磁力を現はします。





極を大きく近くした電磁石。

(電車などの停電の時点燈する装置に加へた電磁石)

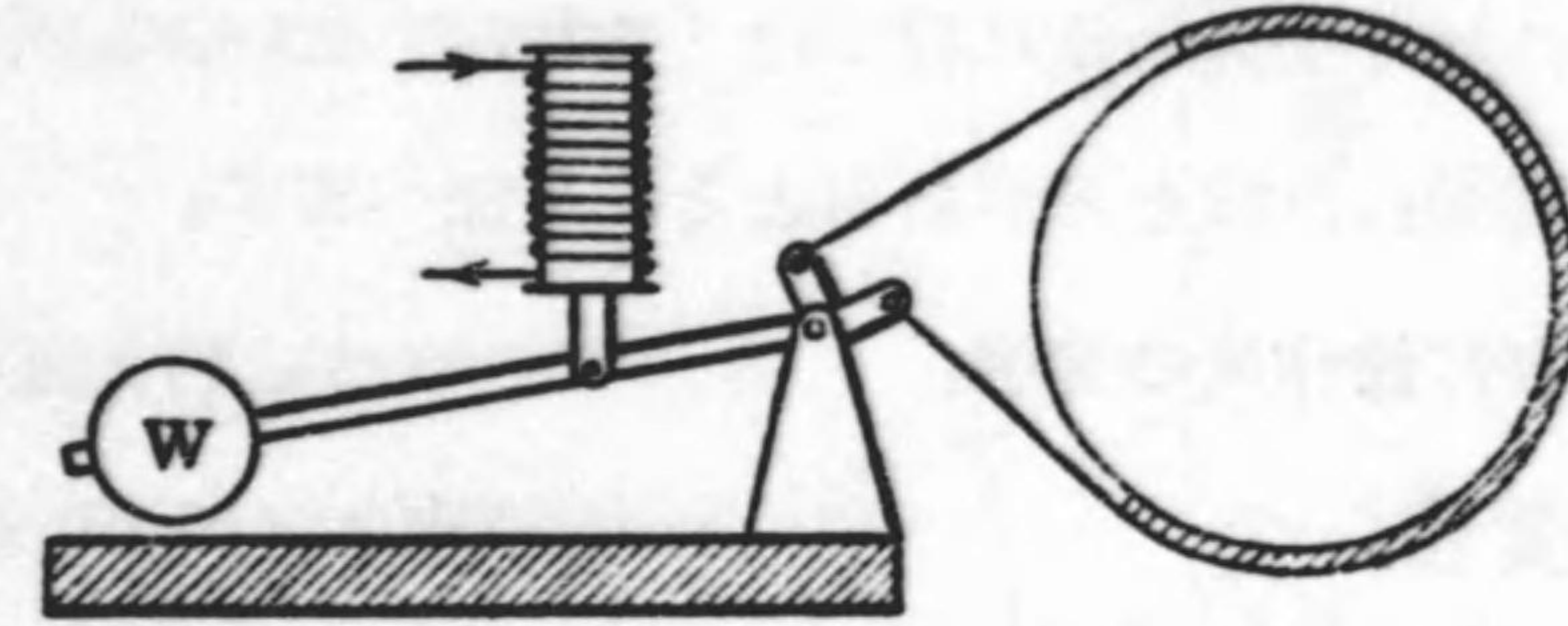


電磁石選鐵機

電磁發聲機

- (D) 應用方面
- 直接の應用
    - 電氣起重機
    - 鐵塊の運搬用
    - 電磁石選鐵器
    - 鐵片集積用
    - 電氣ブレーキ
    - 電磁發聲器
  - 間接の應用
    - 電鈴 電信機 電話機
    - 電動機 發電機 その他

電氣ブレーキ



(附) ヨフセ・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イリアム・スタージョンと米國のヨセフ・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。次いで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しこの方面の研究に先鞭をつけました。その他電氣學に關する偉業が少なくありません。

頁 節  
148 161 電 鈴。

(I) 教授要項。

(A) 發明。電鈴は英人ジョン・マイランドが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う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、殊にその裝置類の學習には必要な一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ことです。



その際押釦の如き回路の切れ目では「切れ...」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。

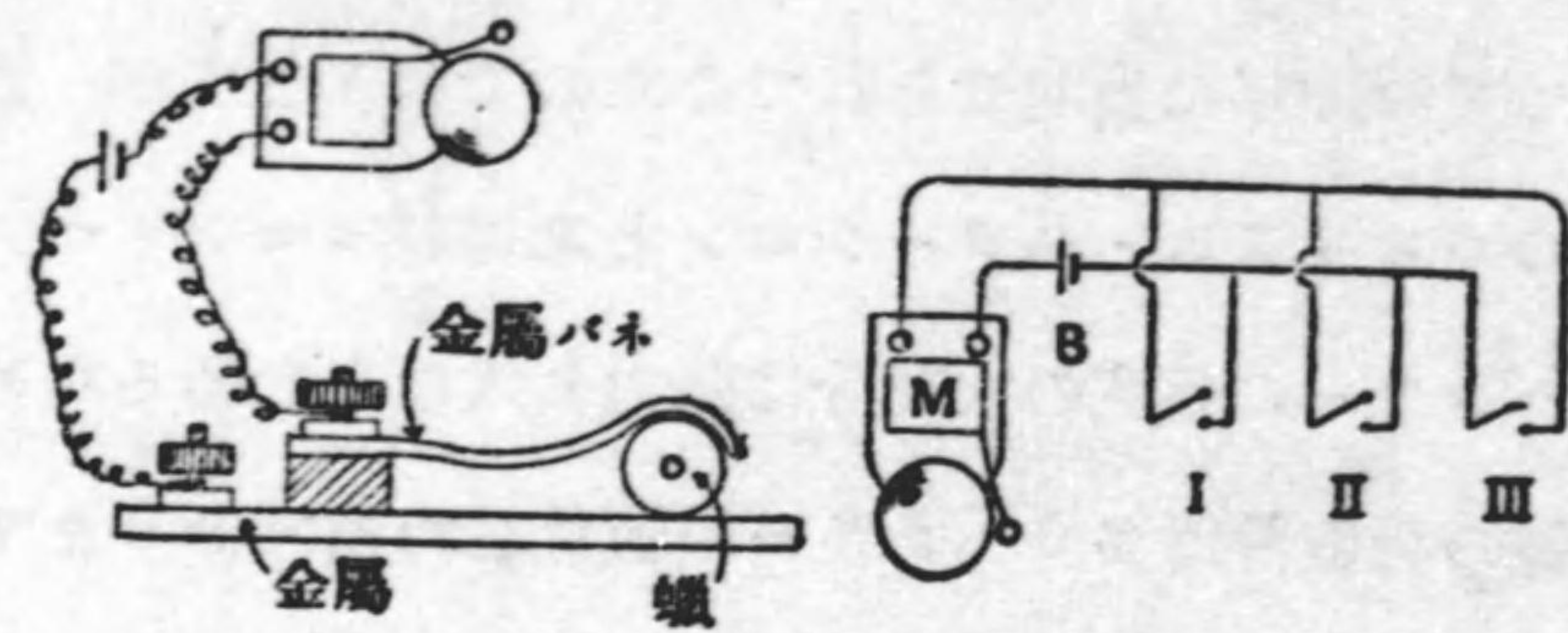
(C) 實驗及び打鈴作用の究明。

(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絡法。

(B) 火災報知用施設。

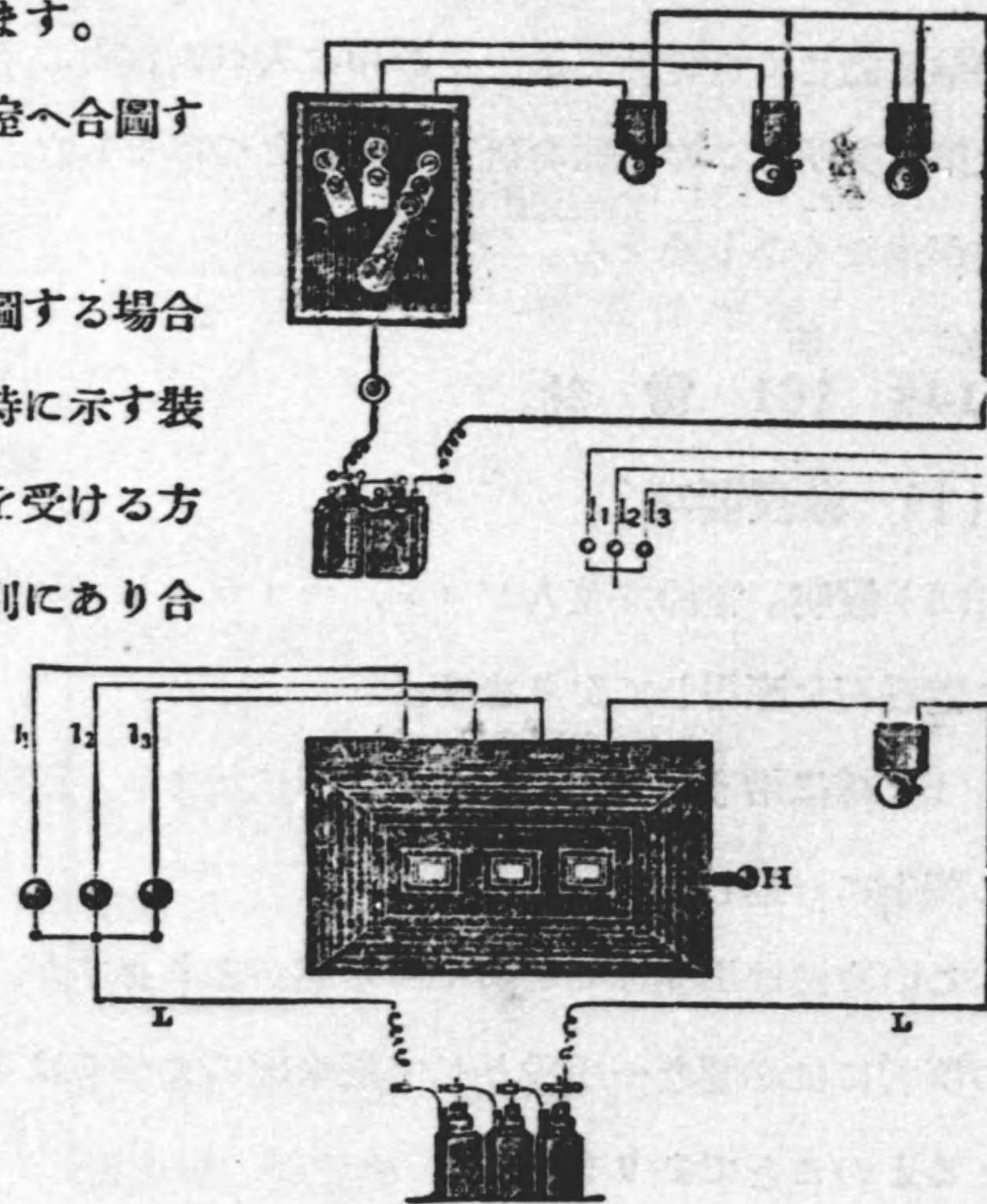
右圖のやうに蠟を以て回路を遮斷する様に組み立てた上、その蠟をアルコールランプで熱して見る。



(III) 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。

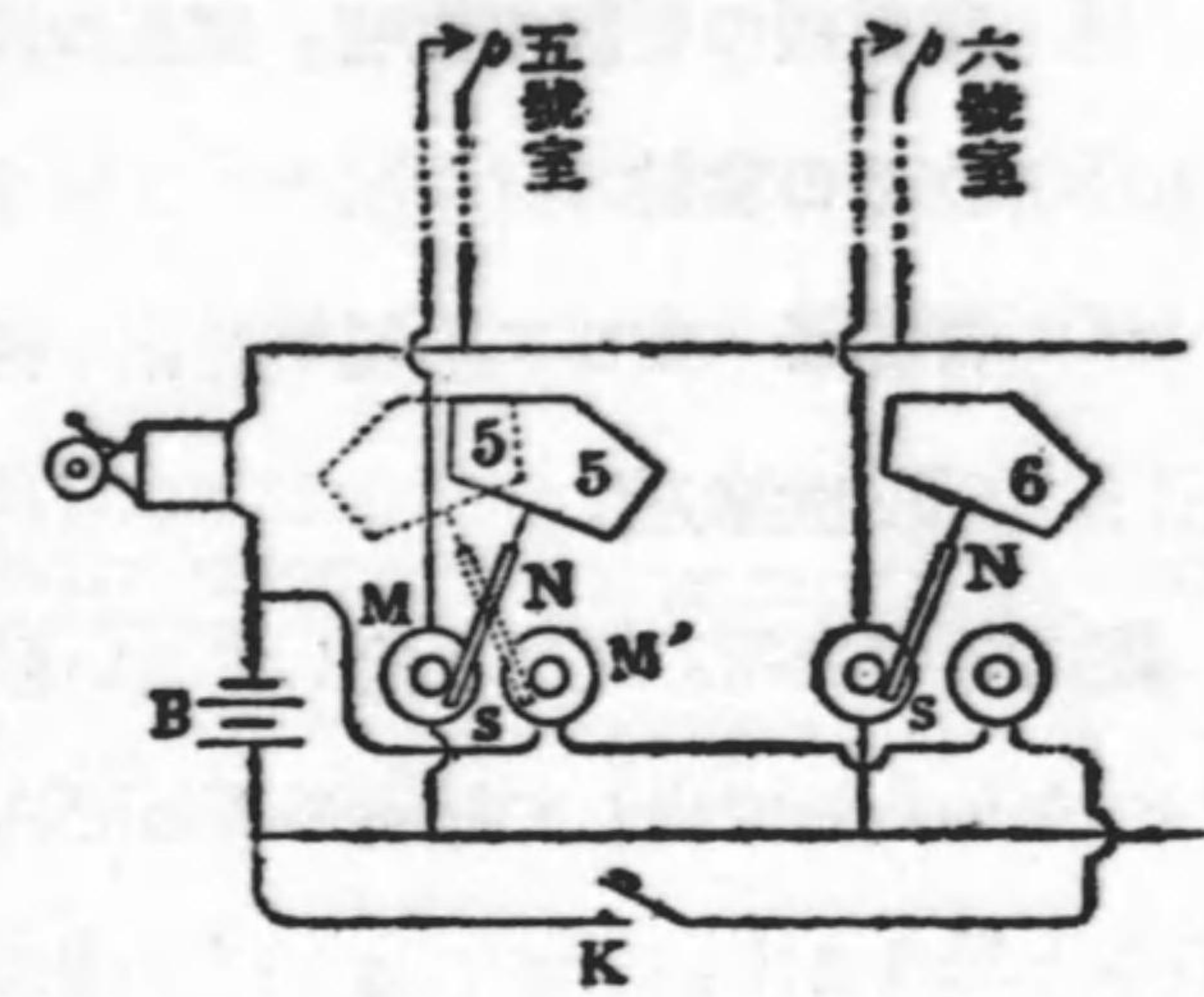
(A) 一箇所から任意の室へ合圖する装置。

(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)の中に電磁石が別にある合圖の電流が電鈴に流れるとき、同一回路中の電磁石の作用で番號札を引き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とき(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歸せしめるものもあります。



頁 節 149 162 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起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存印刷電信機並び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きました。

(II) 教授要項。

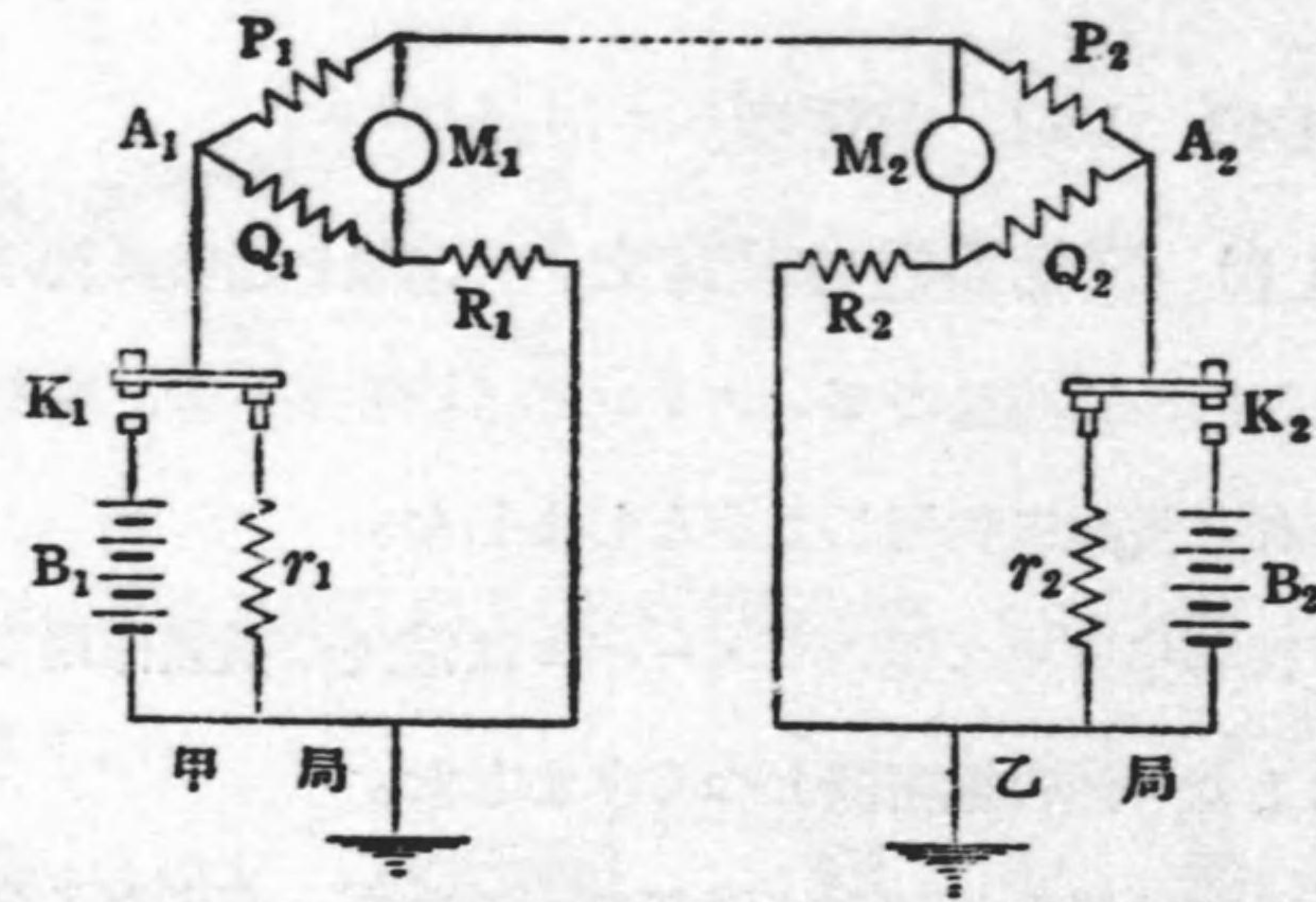


- (A) 電信機の要部の説明。回路の圖上一週。
  - (B) 作用の實驗。
  - (C) 音響器 並びに附屬集音箱の構造, 作用の説明。
- (II) 取捨事項。

繼電器の利用。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ありませんから序に教授せられるもよからうと思ひます。

右圖は之を加へた電信機の綜合連結を線により圖示したものであります。

教科書 150 頁の圖 335 の別解説圖とも考へられます。



### 第七章 電流の熱作用

頁 節  
150 163 電流の熱作用。

#### 教授要項

(A) 電流による發熱實驗。教科書 150 頁の圖 336 の如く導線を連結して本文記載の如き實驗を試みます。

(B) 以上の説明並びに整理。

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

之には次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。

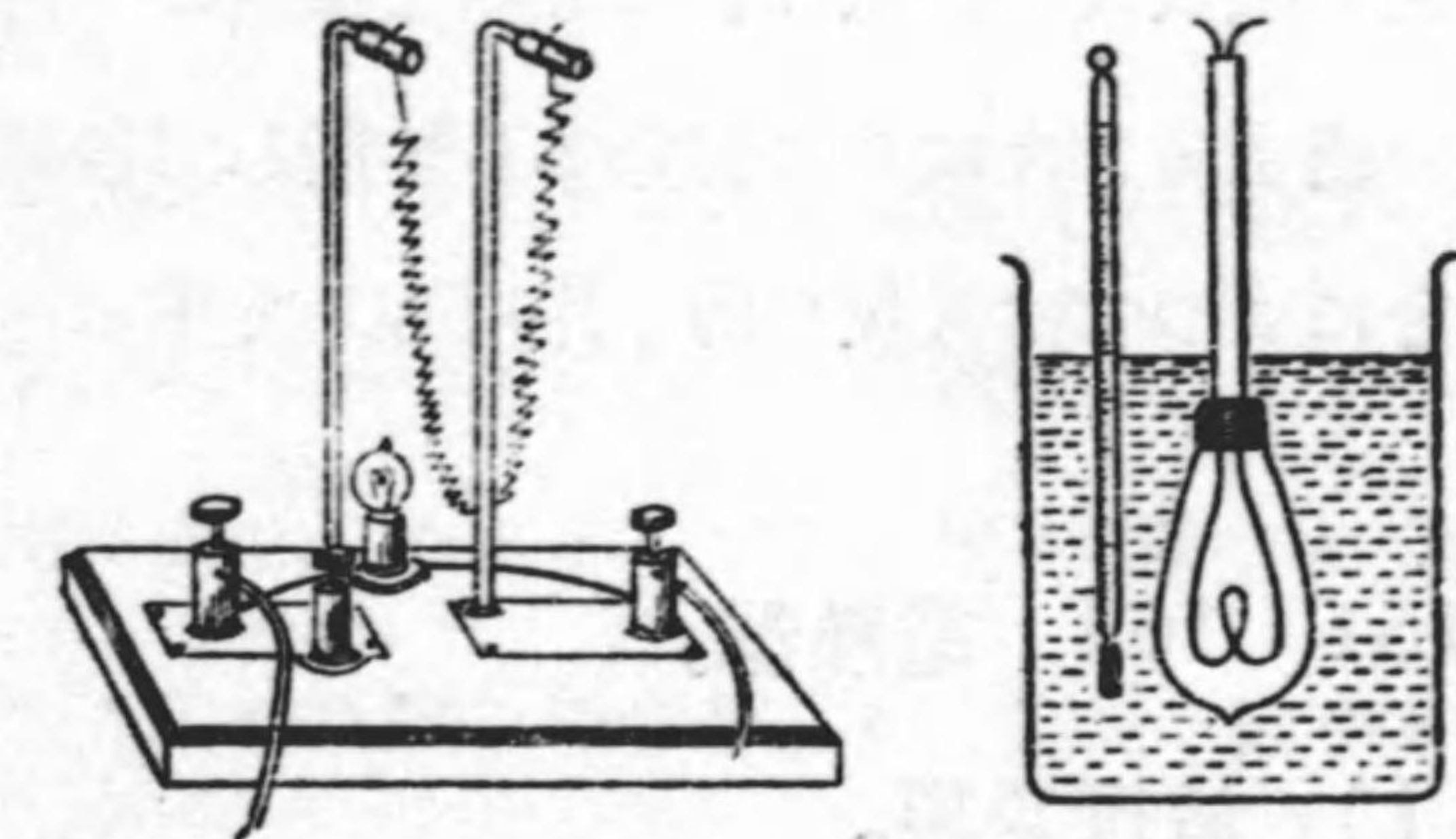
電流によつて輪道の一部に發生する熱量は (1) その部分の抵抗に正比例し、

(2) 流の強さの二乗に正比例

し、通電時間に正比例する。

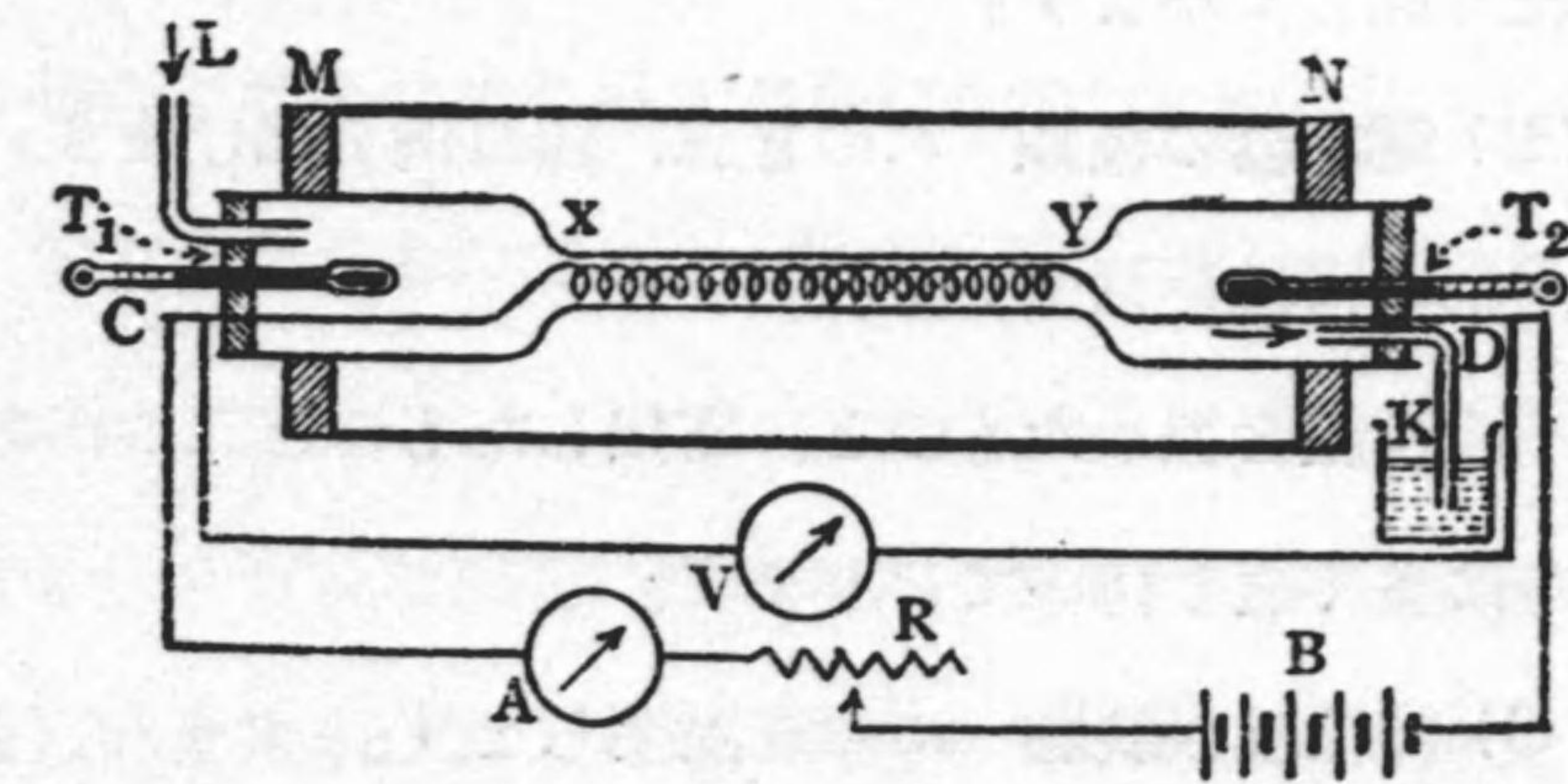
$$H = 0.24C^2Rt$$

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上圖の如き螺旋をつくり、それを吊して 100 ボルトの交流を通ず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ではニクロム線が極度に利用せられてをります。

我國でも相当良好なニクロム線が製造せられて居ります。

(E) **フューズ線**。フューズは可融性金属の意味で、低温で融解する金属の總稱であります。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なくありません。

之を線状又は紐状にしたものを輪道の一部に入れて置くと、過つて強い電流の通ずるときにその部分から熔断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  
151 164 電熱器。

(I) 教授要項。

(A) 電熱實驗。

(1) 教科書圖 338 の如き電熱器の何れかで實驗するか。

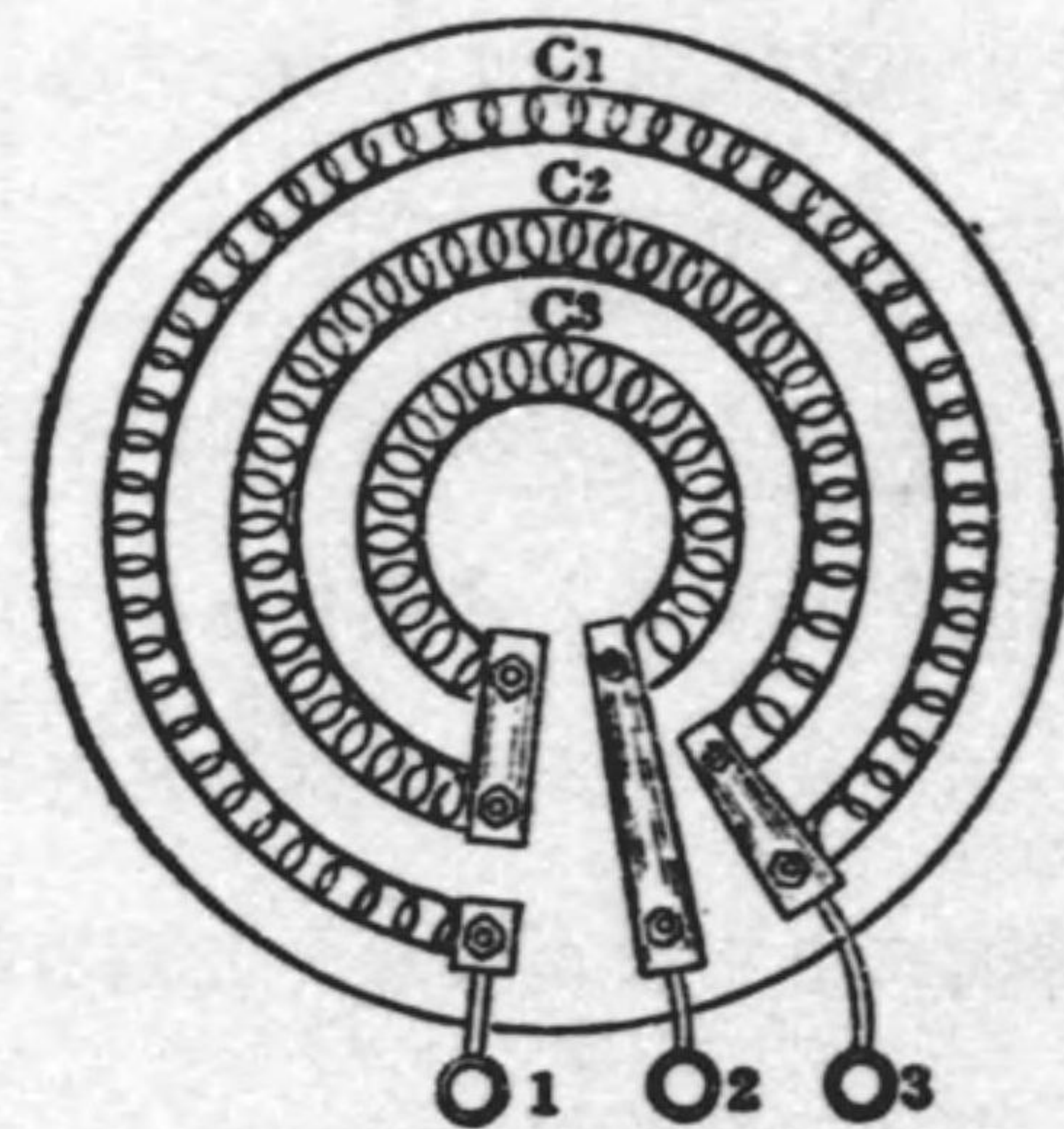
(2) ニクロム線を長く引張つたものには交流を通じてみます。

(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。

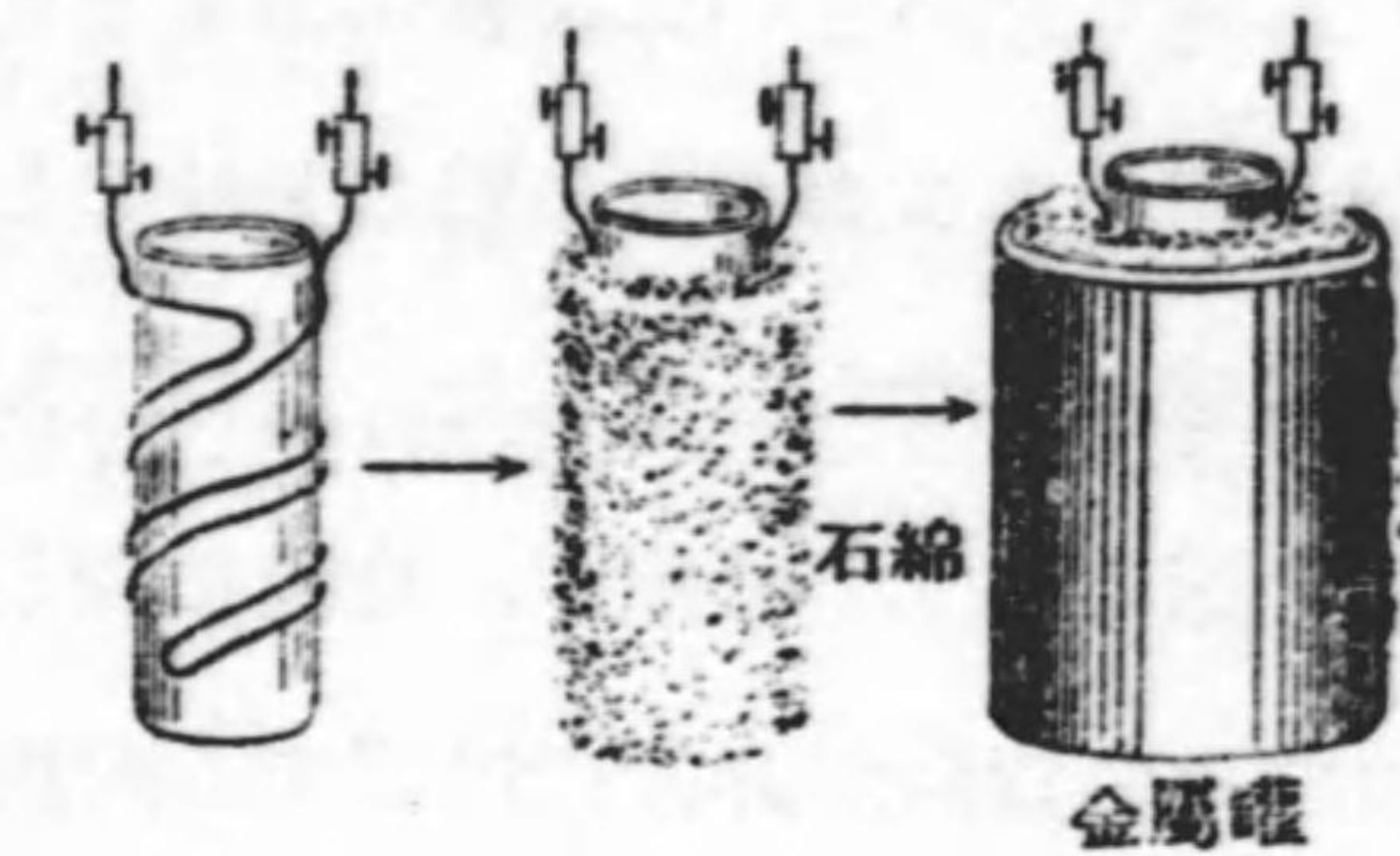
一般に線を埋めたものと、露出したものと二つがあります。露出してをるものは多く之を捲いてをります。

(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は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) **簡易な造り方**。素焼圓筒にニクロム線を捲きつけ、その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えるものが出来ます。



頁 節  
153 165 白熱電燈。

(I) **白熱電燈の發達**。白熱燈は米人エヂソンの發明事項中特筆すべきものの一つであります。エヂソンが最初1878年に作つた白熱燈は白金線を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、細長くけずり上げて炭化し、1879年之を封入して第一次の實用品としました。

そ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。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年純タングラム金属の製法が知られてからフォン、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ワットでオミスウム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従つてその壽命が非常に短縮する缺點があります。而してその光は殆ん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。由來タングステンは重石鑛（タング=重い、ステン=石）より得られる黑色の脆い粉末で、之で纖維が出来るなどとは誰も想像さへしなかつたのでありますが、先づ押出法による製法が発見せられ、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（ベルシヤの神の名）いとひ、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位の窒素、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。而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、あの80燭火以下のものは、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なくありません。

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。

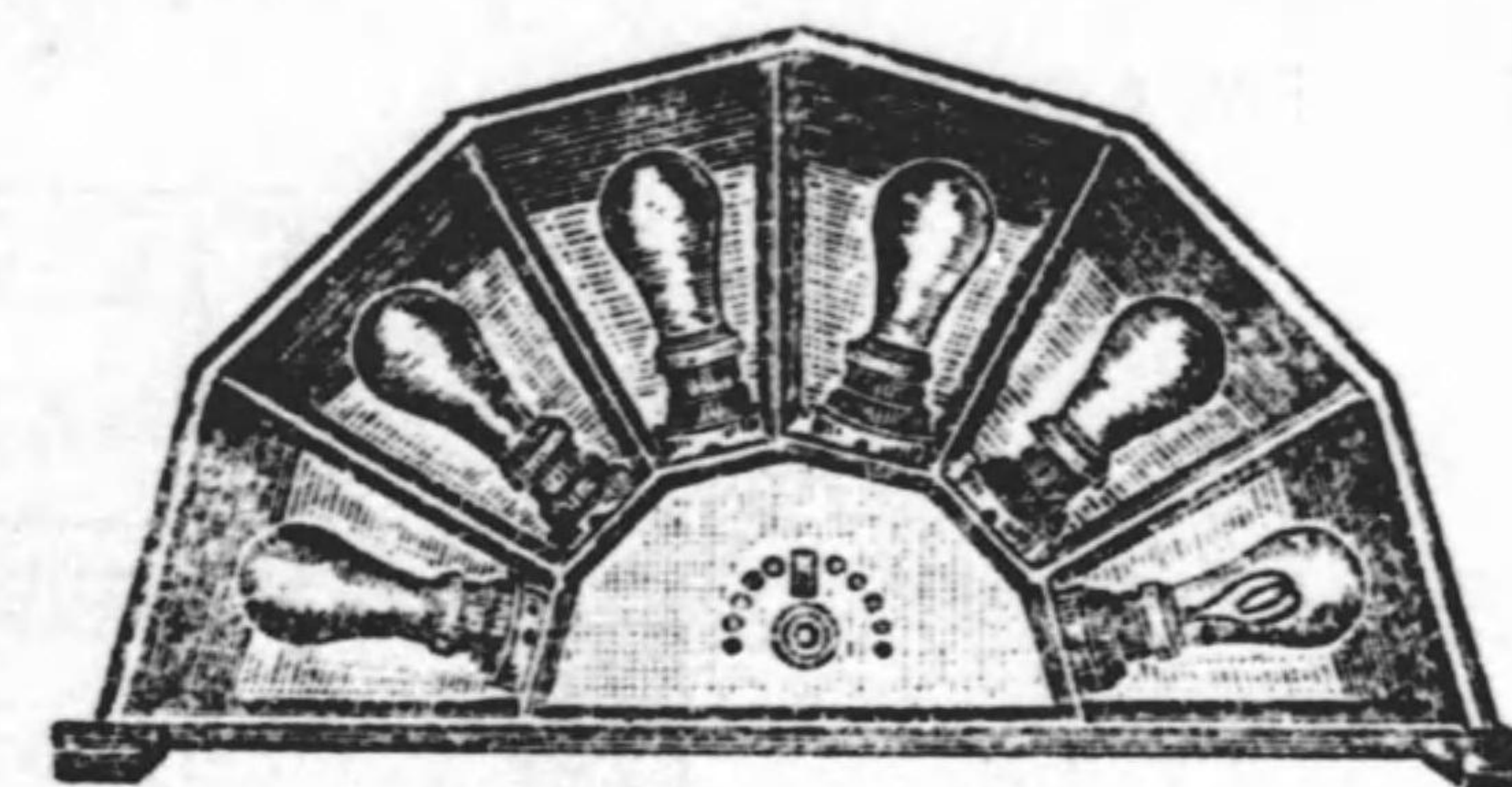
（注意）オスミン電球 といふのはタングステンとの合金を線に使用せるもので、オララム電球はオスミウムの合金で製した線を用ひてをります。

## （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實驗器がありますが、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對流作用で内部の發熱が搬出せられて困るので、纖維を局部に密集して之を避ける仕組みになつてをります。

螺旋纖維を造りそれを中央部に密集させる理由はこゝにあります。

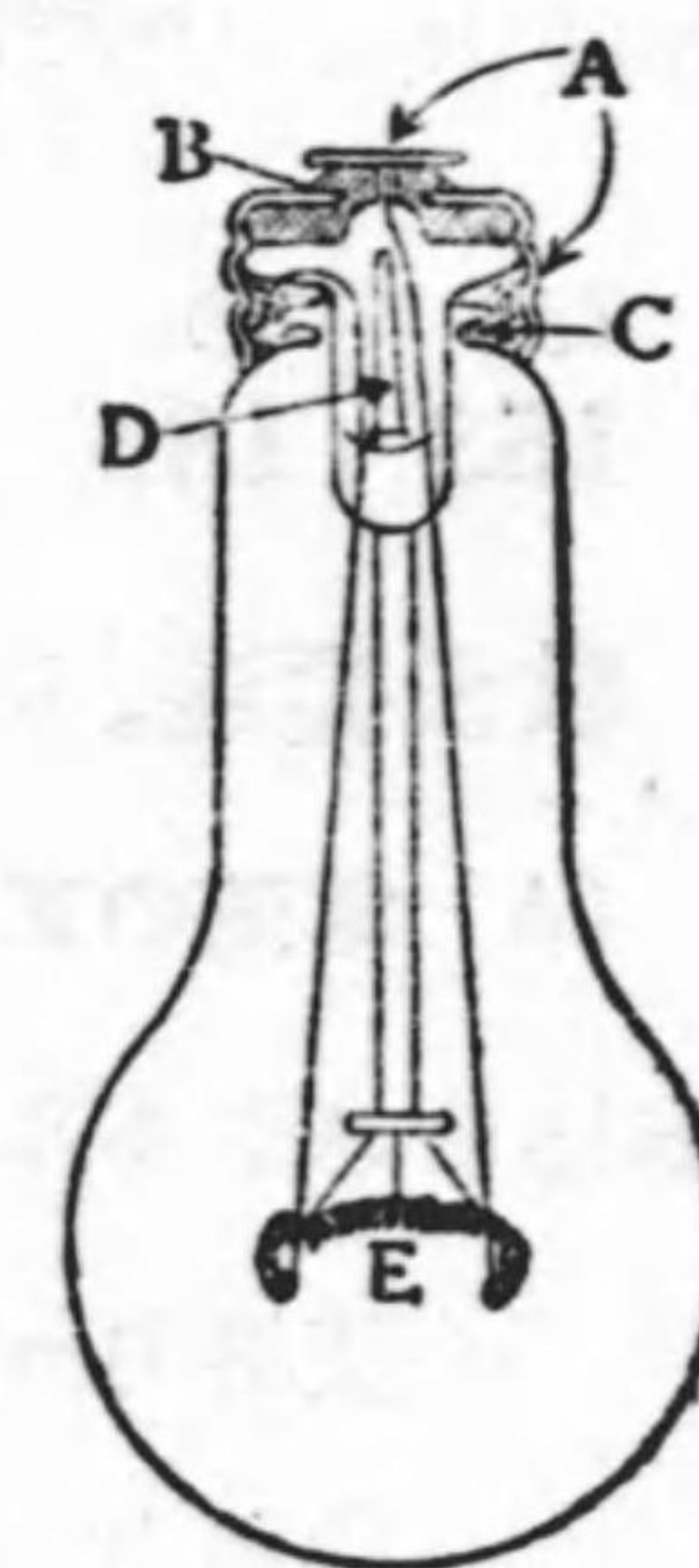
又空氣を抜いた口が從來のものは外方にありましたが最近では右圖Dのやうに隠蔽部に之を移してをります。

（C）電燈の壽命への影響。

（1） 内部に水分あること。内部に水蒸氣があるとそれが赤熱せる纖維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ときその金属を硝子壁に残し、水蒸氣が出來ます。その水蒸氣が再三再四同様なことを繰返して纖維を害し、側壁を曇らせます。

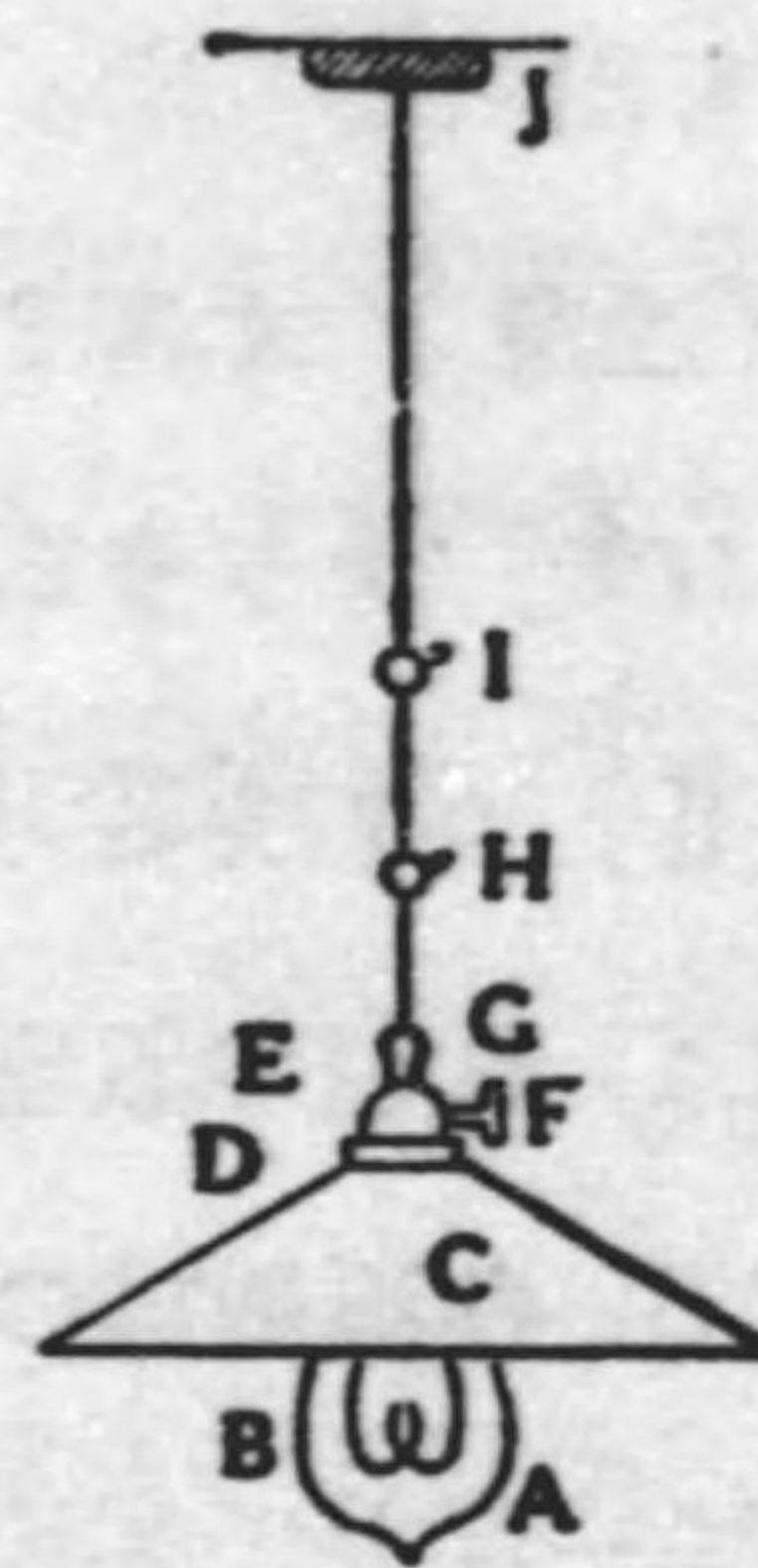
（2） 急激な消燈 は球の壽命を非常に激減します。

（Ⅲ） 添加資料。

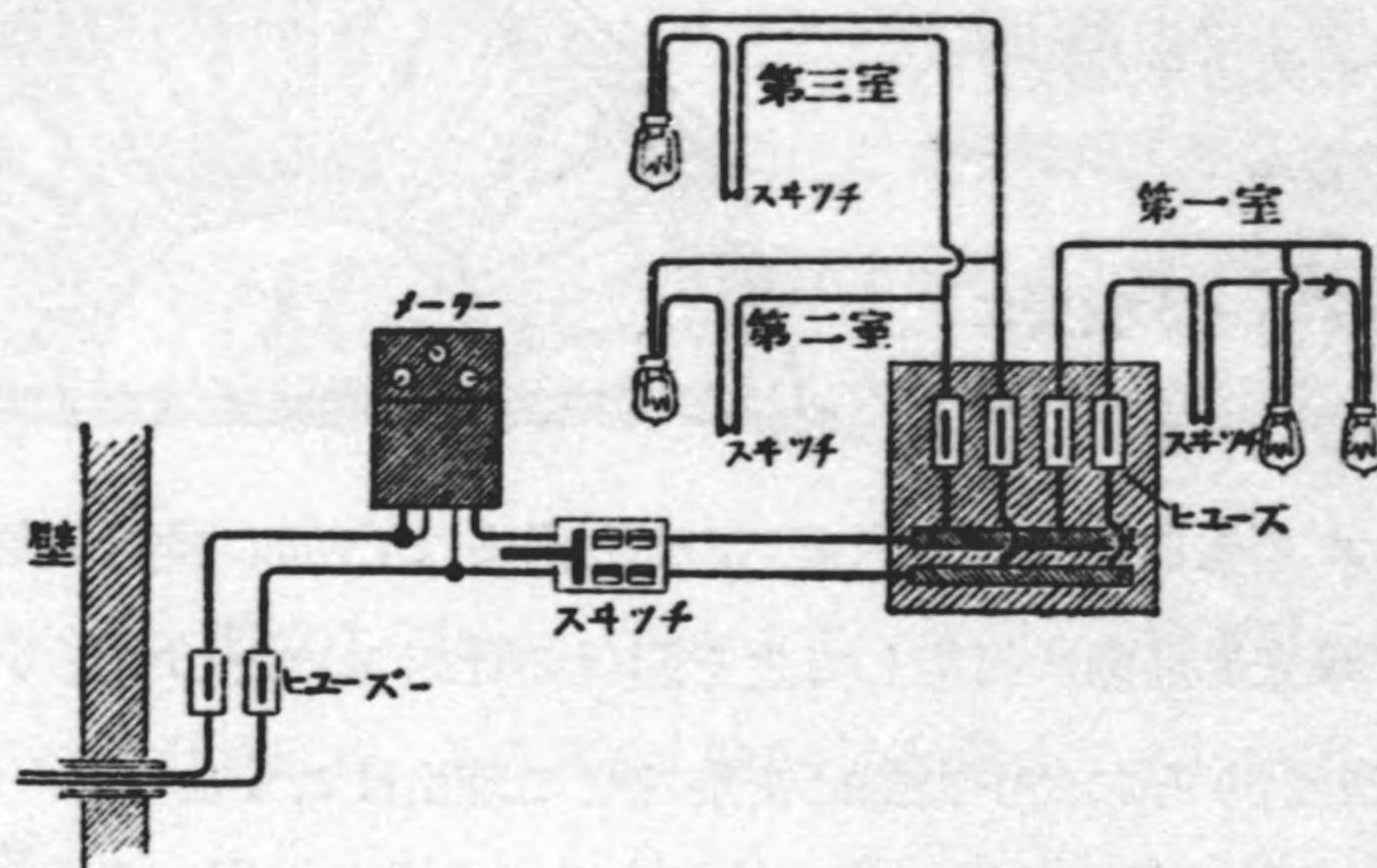




(A) 電燈の各部分名稱。(A)電球、(B)織條(フィラメント)、(C)笠(シェード)、(D)Cを保持するシェードホルダー、(E)ソケット、(F)キー、(G)ノズル、(H)、(I)、自然球。EJ間の紐(コード)、(J)シーリングブロック。



(B) 電燈に対する配線。次圖は家庭用電燈配線の一種を示したものであります。



頁 節  
153 166 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圧1ボルトの二點間を流れるとき、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疋米=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(5000燭以上)		0.5←→0.7ワット
同小球		1ワット

頁 節  
154 167 弧燈。

#### 教授要項。

(A) 發明。弧燈は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。

そのとき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小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) 而し普通に弧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  
154 168 電氣爐。

#### (I) 教授要項。

(A) 高温のこと。弧光燈の陽極の凹所は 3500°C 内外の高温で、陰極端



でも 2800°C 内外であります。

(B) 構造。154 頁圖 344 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。

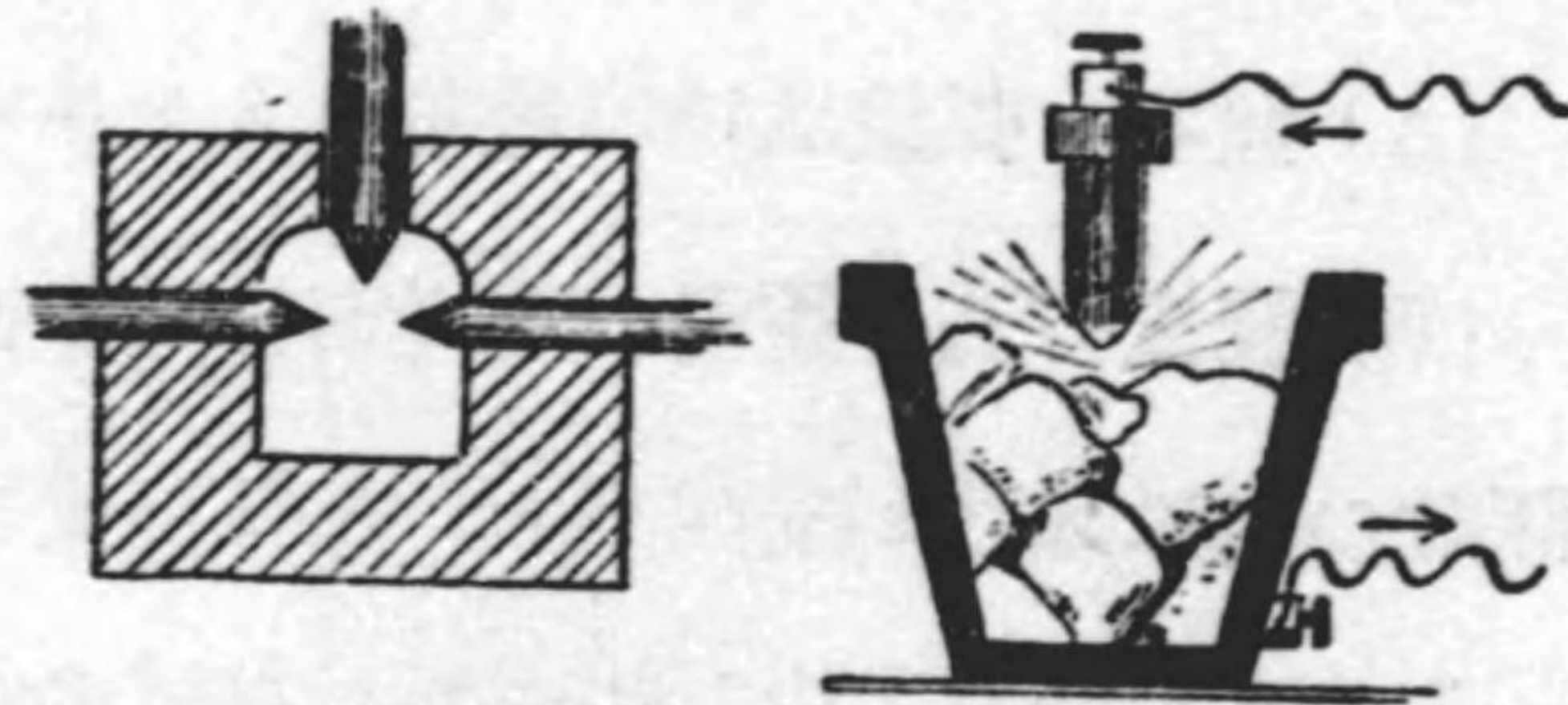
(C) 用途。この種の電気爐は人造金剛石の發明者として有名な佛人ヘンリー、モアサンによつて考案せられ、之で金剛石も人造せられたのであります。

現今では特殊の鋼の合成、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) 参考資料。

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



の場合にはその尖端が三角形に近づけられてをります。

之は交流用電気爐に専用せられるもので主として金属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て陰極に容器を適用した上圖右方の如きものもあります。

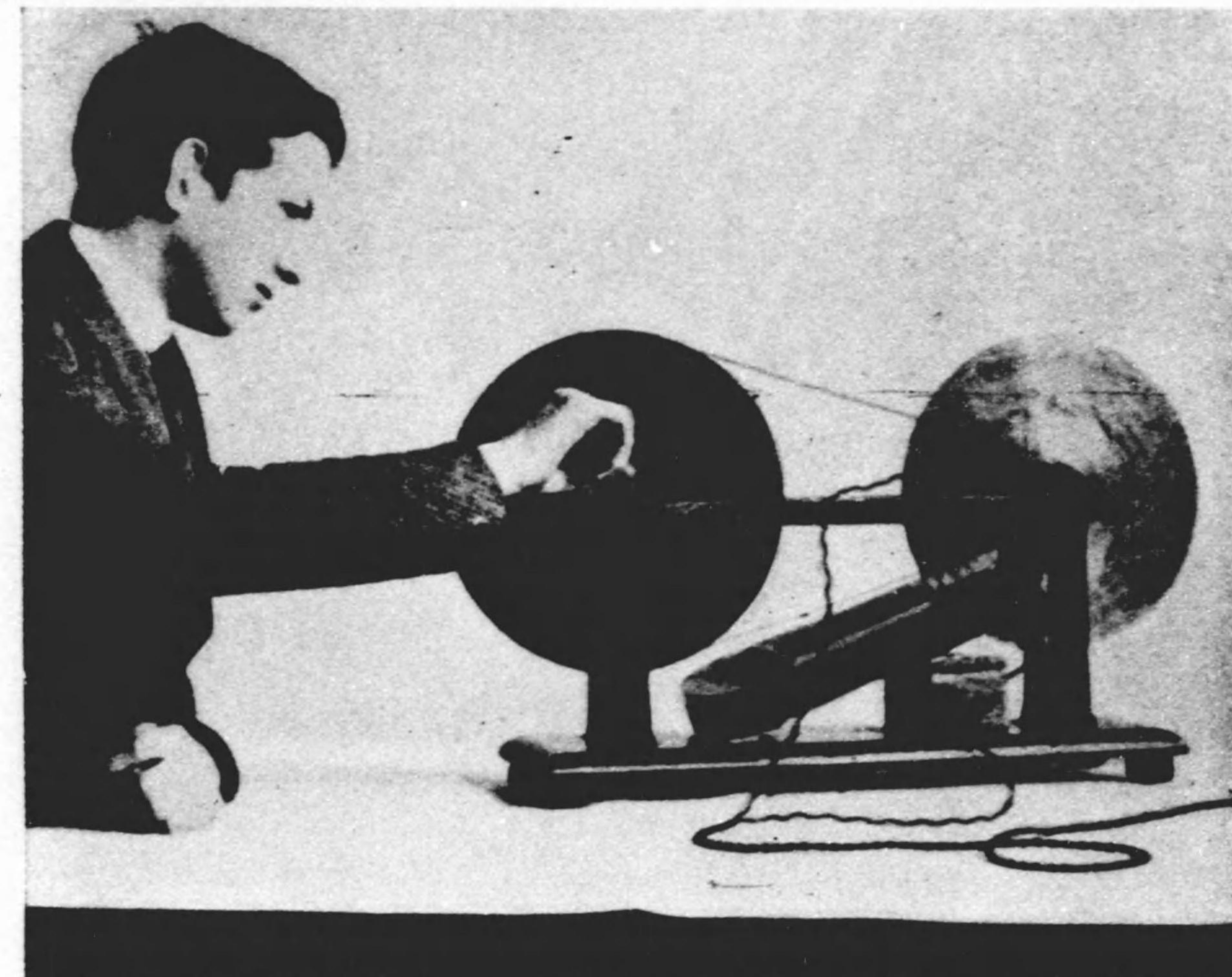
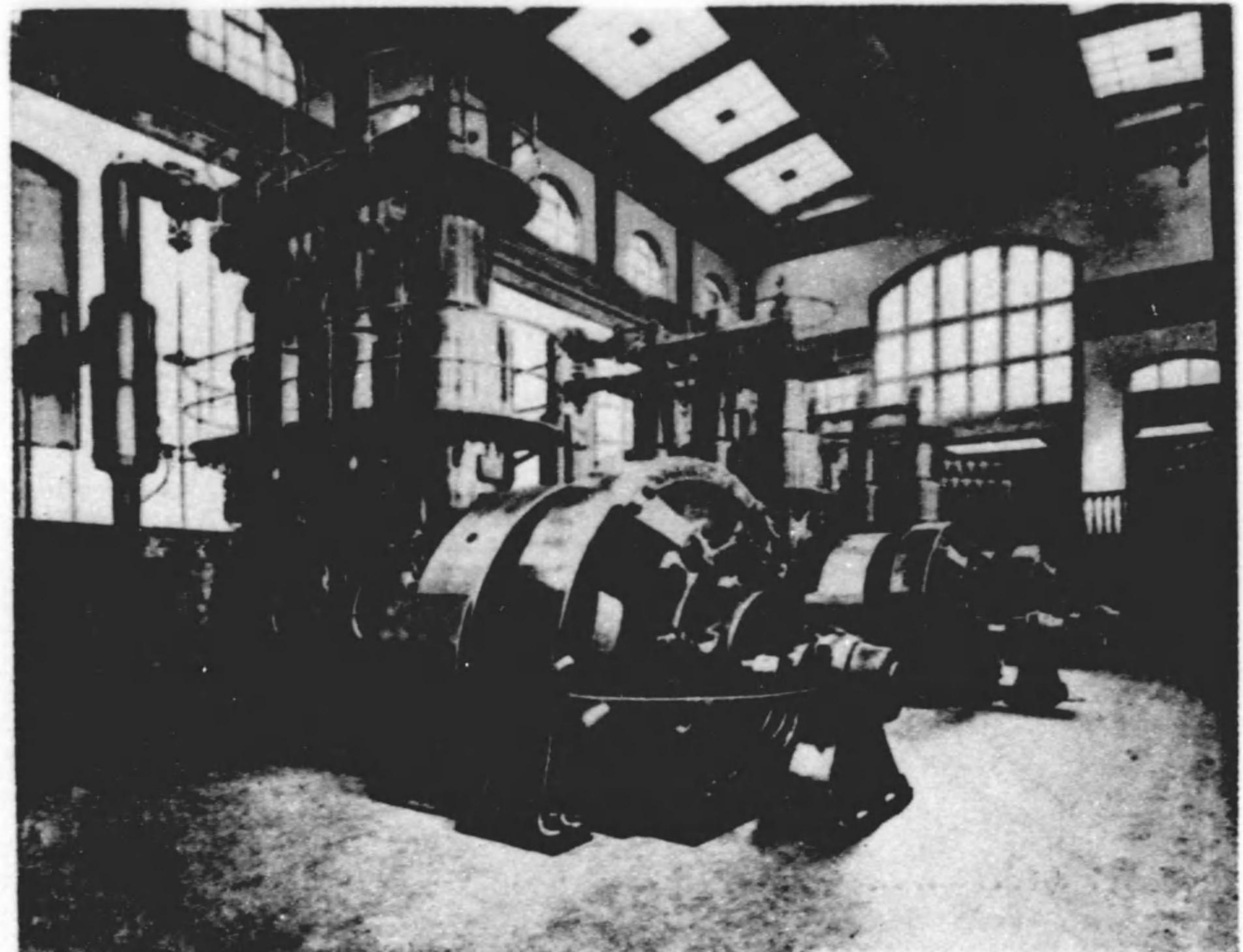
## 第八章 感應電流

頁 節

155 169 感應電流。

156 170 自己感應と相互感應。

(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



ファ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)



でも 2800°C 内外であります。

(B) 構造。154 頁圖 344 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。

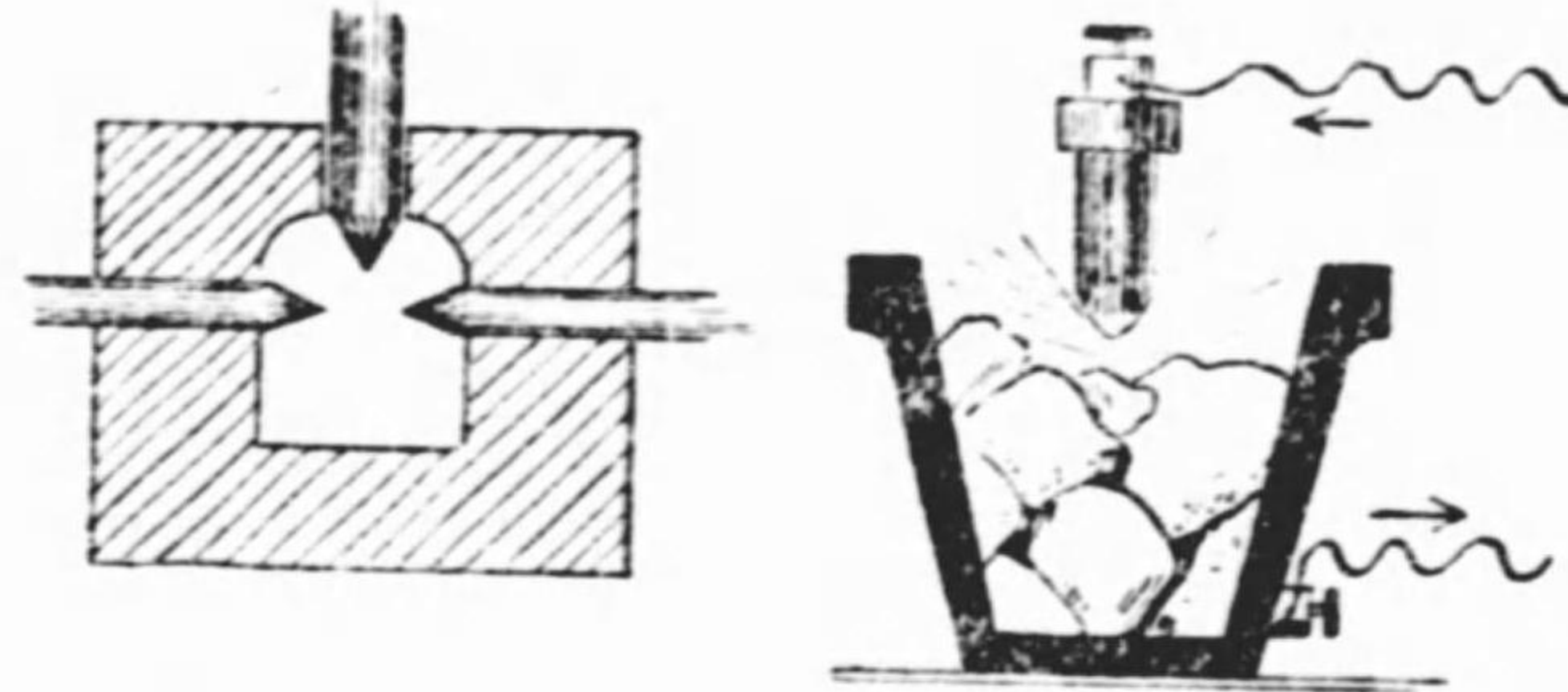
熱熔すべき物質を入れる坩堝は兩極棒間隙の直下に置きます。

(C) 用途。この種の電気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案せられ、之で金剛石も人造せられたのであります。

現今では特殊の鋼の合成、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) 参考資料。

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



の場合にはその尖端が三角形状に近づけられてをります。

之は交流用電気爐に専用せられるもので主として金属を熔かすのに使用します。

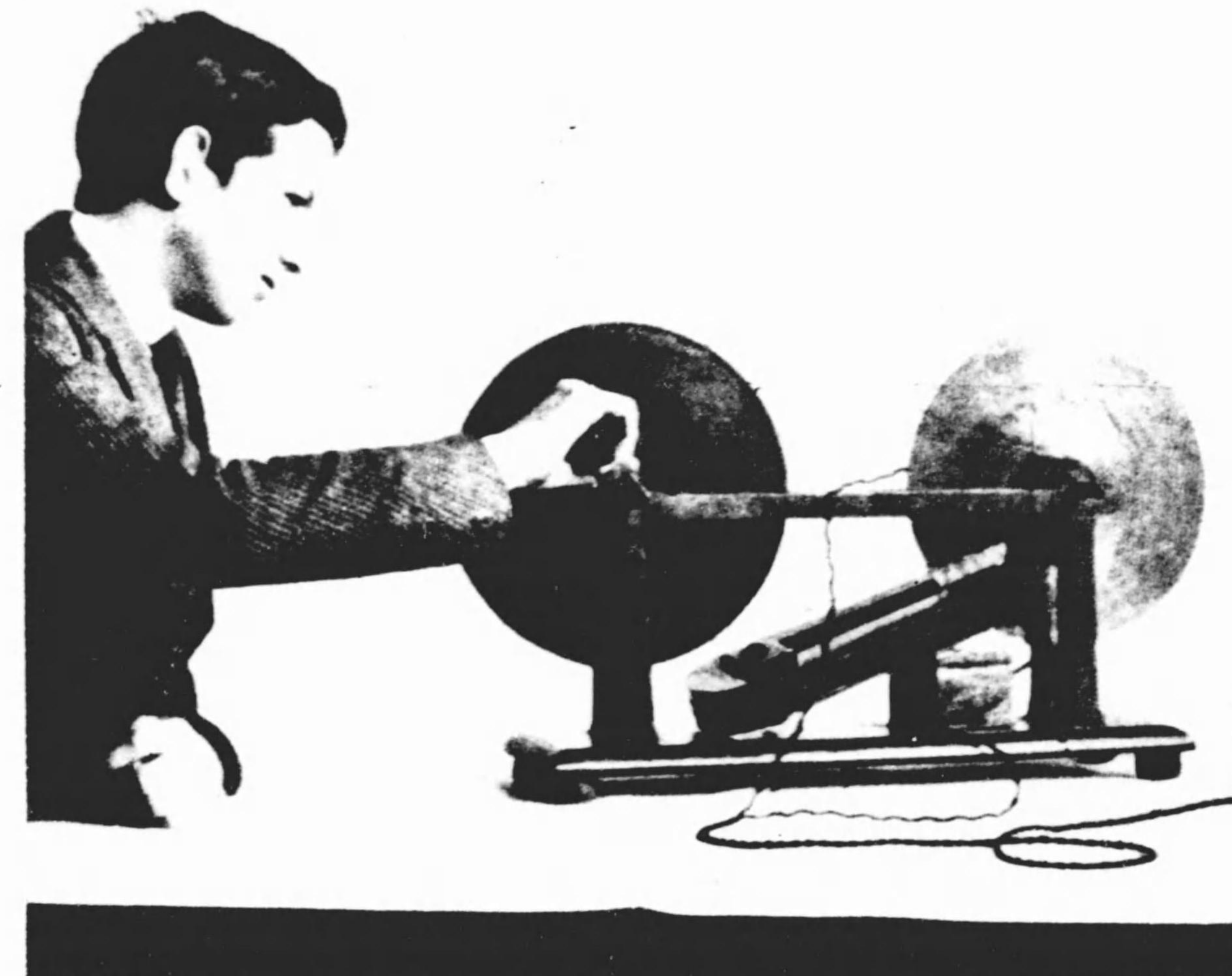
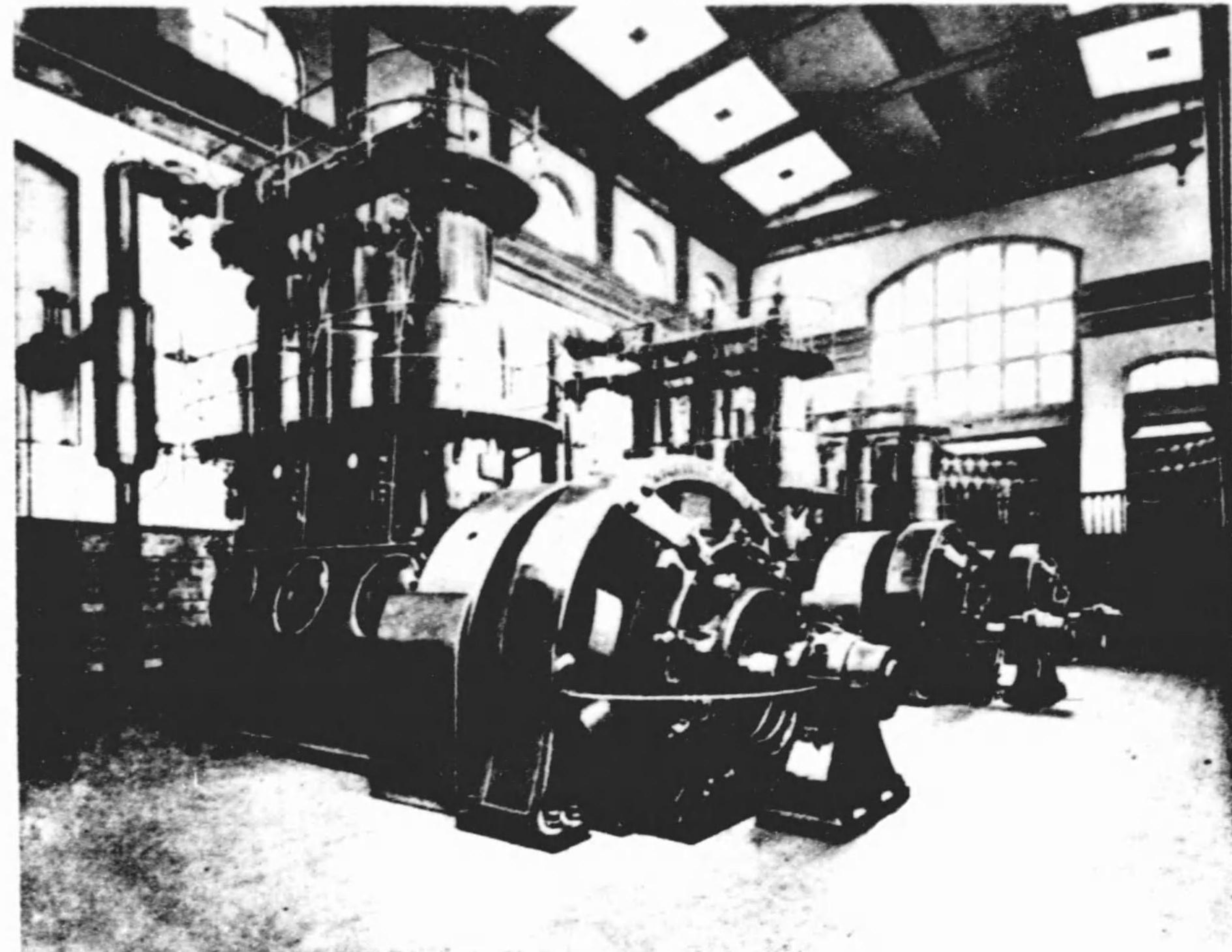
又陽極を上方から挿入するやうにして陰極に容器を適用した上圖右方の如きものもあります。

## 第八章 感應電流

頁 節  
155 169 感應電流。

156 170 自己感應と相互感應。

(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



ファラデーの感應電流に関する研究(E)とそれより誘導せられた完成せる發電機(F)



を生起する場合を研究し、1831年次の数種の實驗で見出しました。

(1) 兩端を電流計に連結したコイル中に棒磁石を抜差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年フランツ、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、155頁に圖示せる如く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。

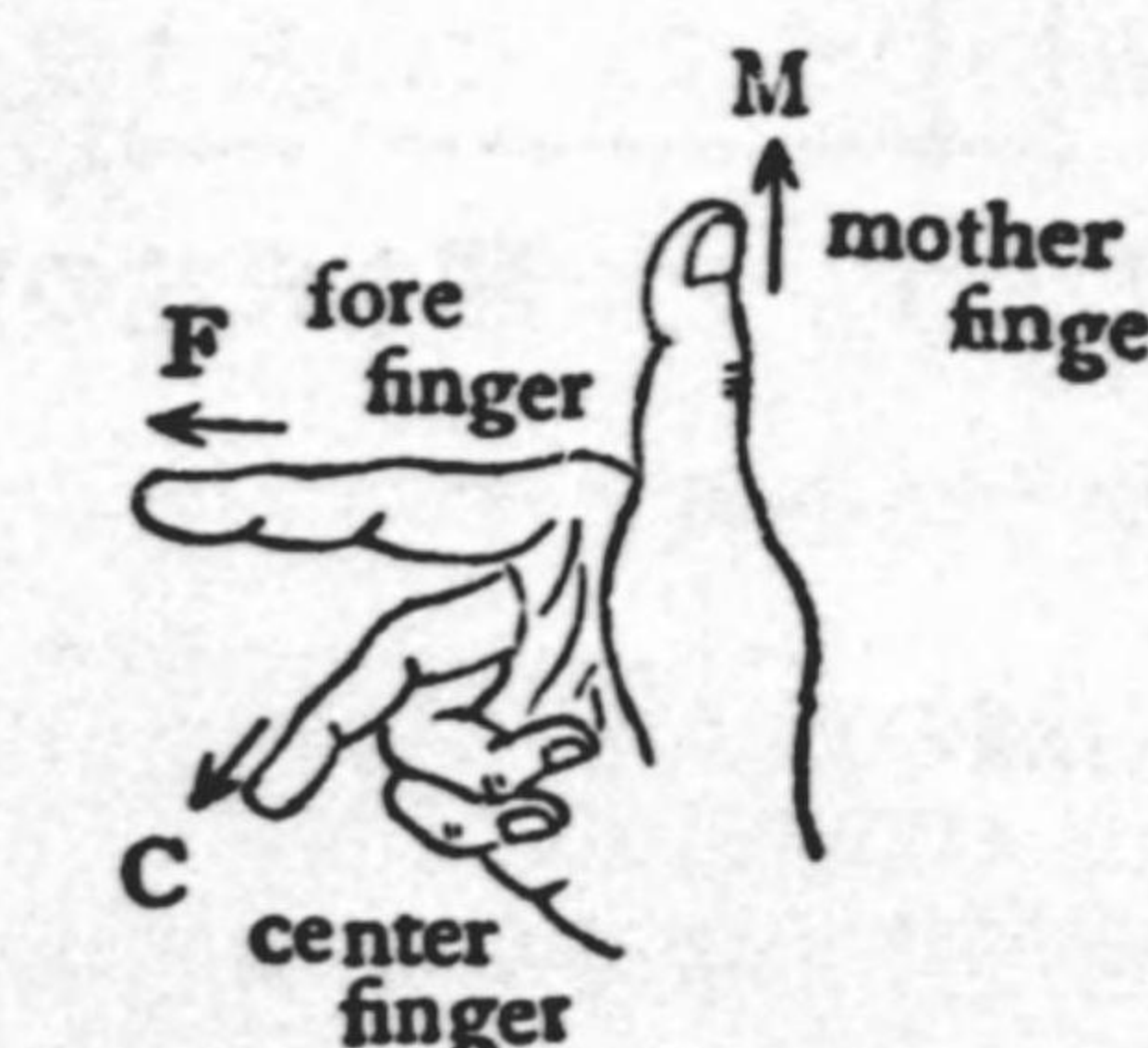
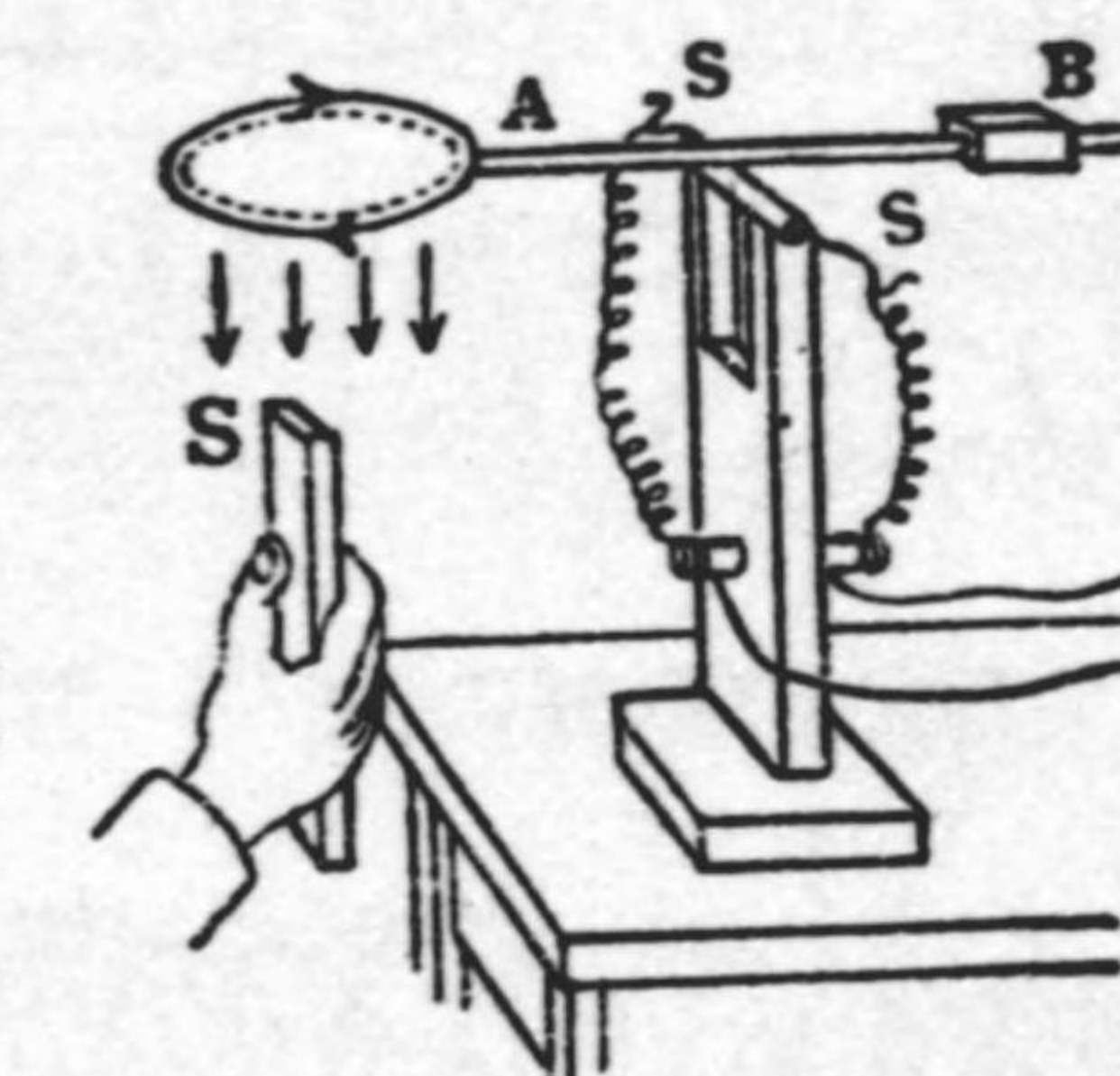
(B) 實驗整理の意味でレンツの定律を出し、總てを之に綜合致します。

之を検證的に實驗するには右圖の如き方法が顯著でよろしいと思ひます。

之によるとレンツの定律が目に見える形で、手にとる如く顯れます。

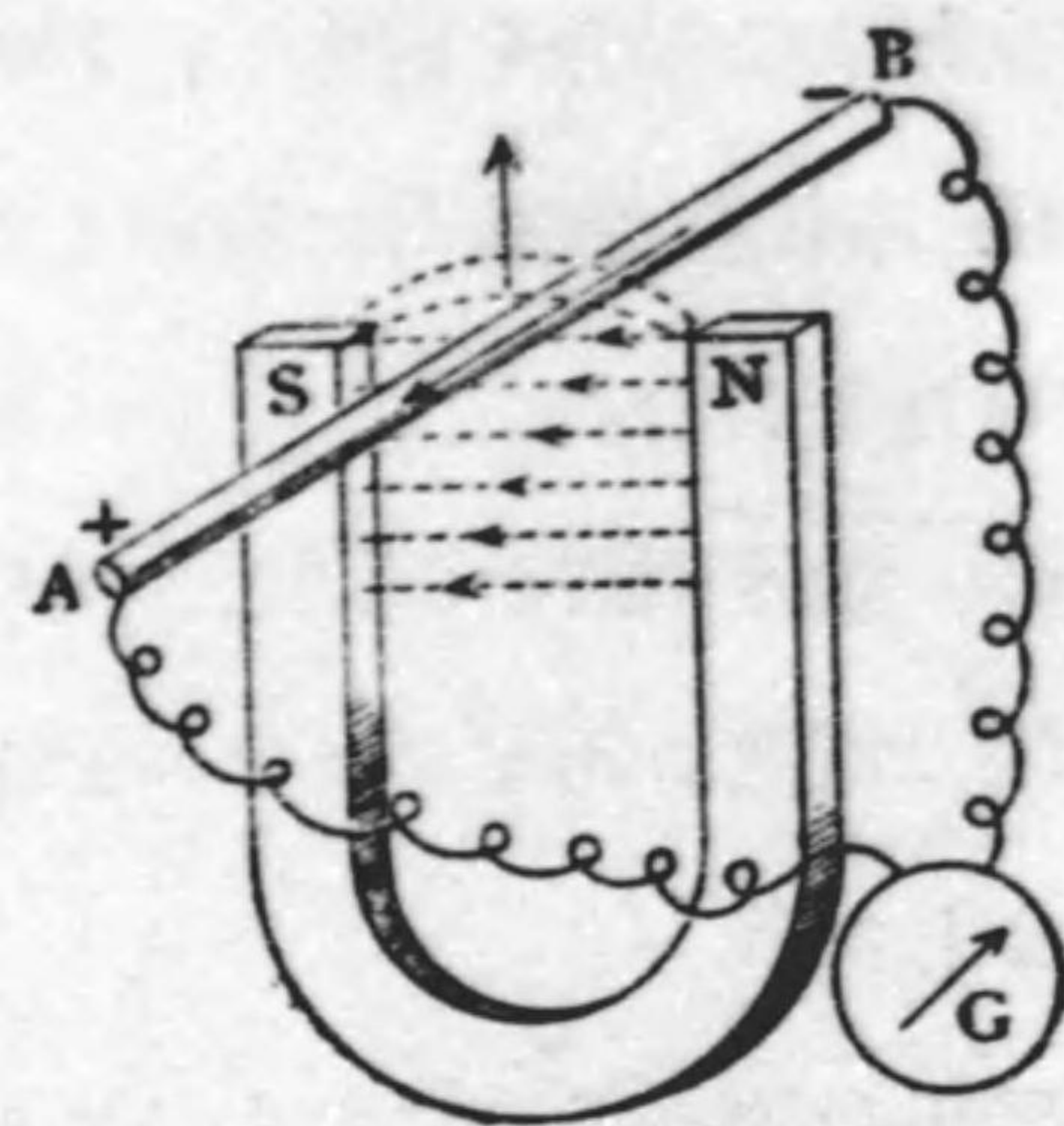
(C) 實驗と併行して感應電動力の大きさに影響する諸項を説明します。若しフレミングの右手の法則を加へて電磁感應を説明するならば次圖の如きも面白く扱はれます。三指を用ひたのはその名稱が F, M, C と一致するからであります。

(D) 自己感應

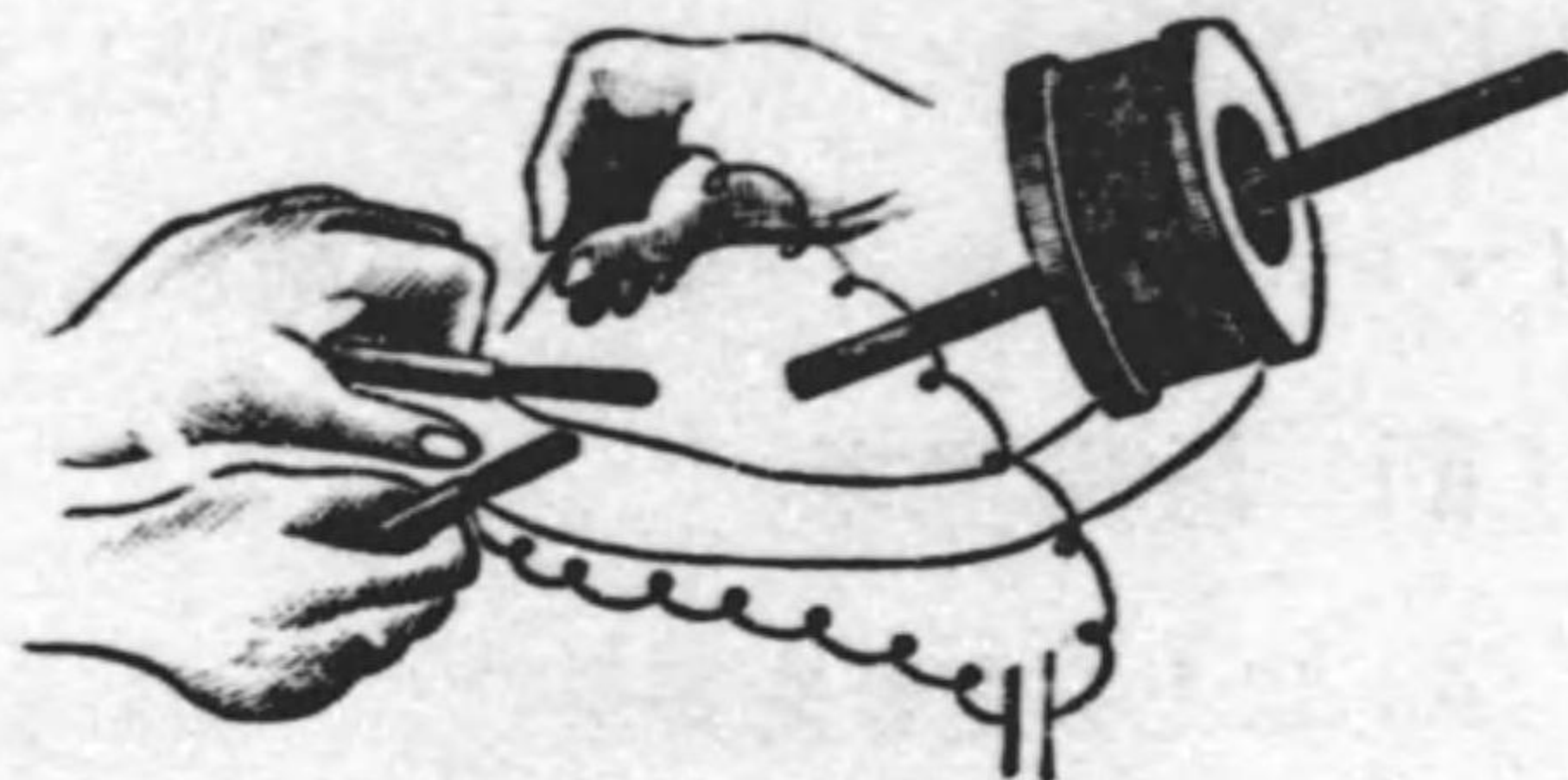




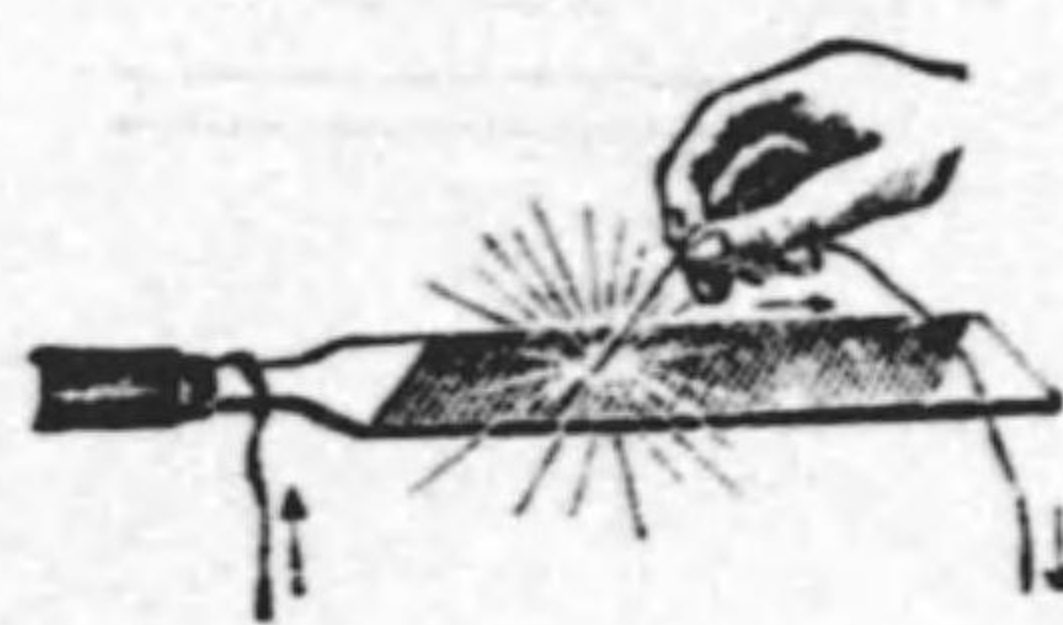
(1) 説明。自己感應で生起する感應電流を特に餘流といふことがあります。自己感應を物體の慣性になぞらへて靜慣性と動慣性の如く説明する方法があります。之も面白い試みと思ひます。



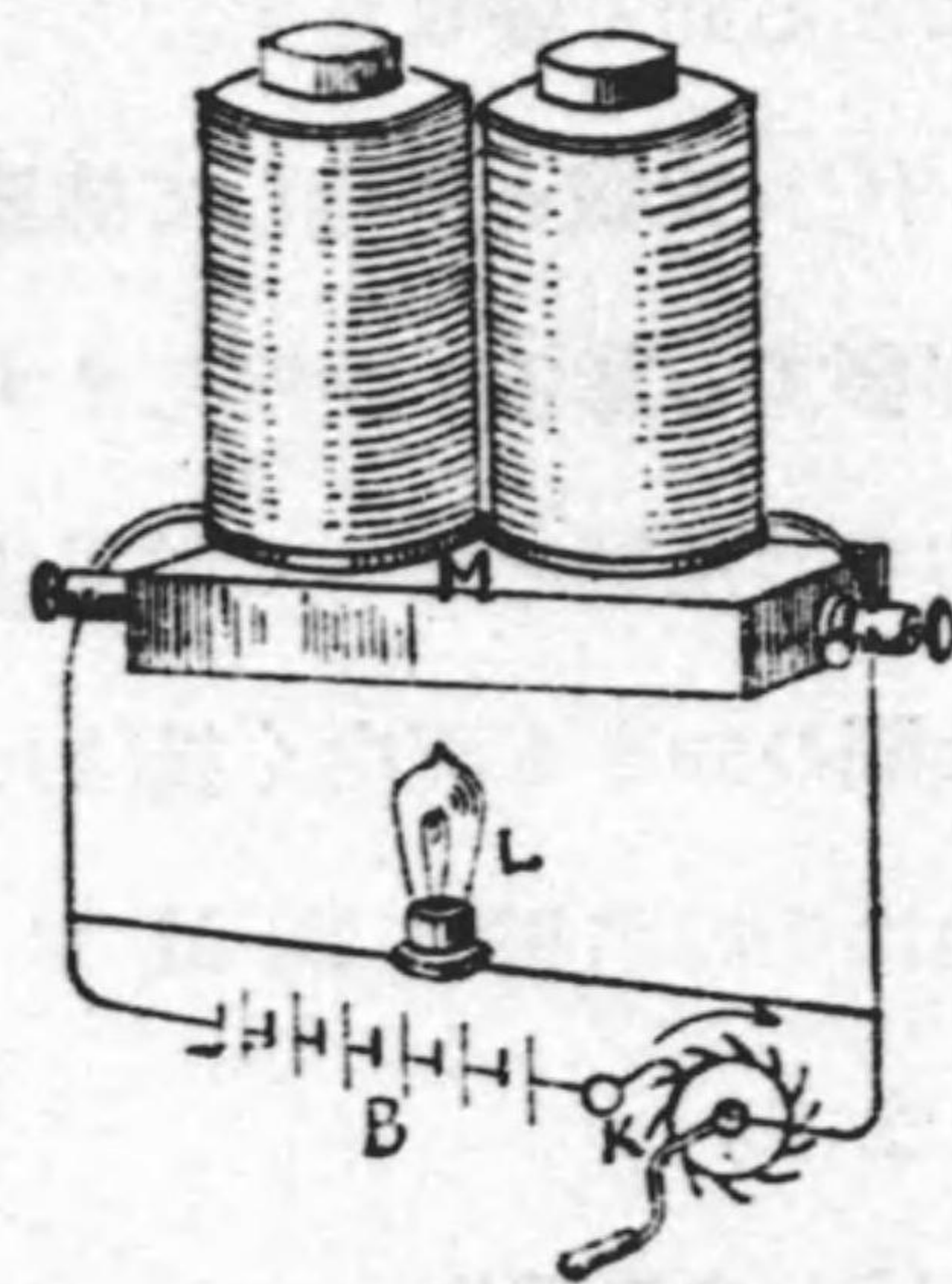
自己感應に関する實驗。次の圖の如く捲數の多いコイルを2個の金屬導子に連接し、その金屬導子を一實驗者に持たしめた上、電池より電流を圖の如くして通絶せしめると、導子を持てる實驗者は電流を絶つ場合に生起する強い自己感應の電流を感じます。このときそのコイル内に軟鐵心を挿入すると更に強い感じが起ります。生徒實驗等で之を2本、3本と増すと面白い結果が見られます。



又電池の兩極の内、一方を鑪に連結し、他極より導いた導線を持ち左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、このとき電池は6ボルト乃至10ボルト位がよろしいやうであります。

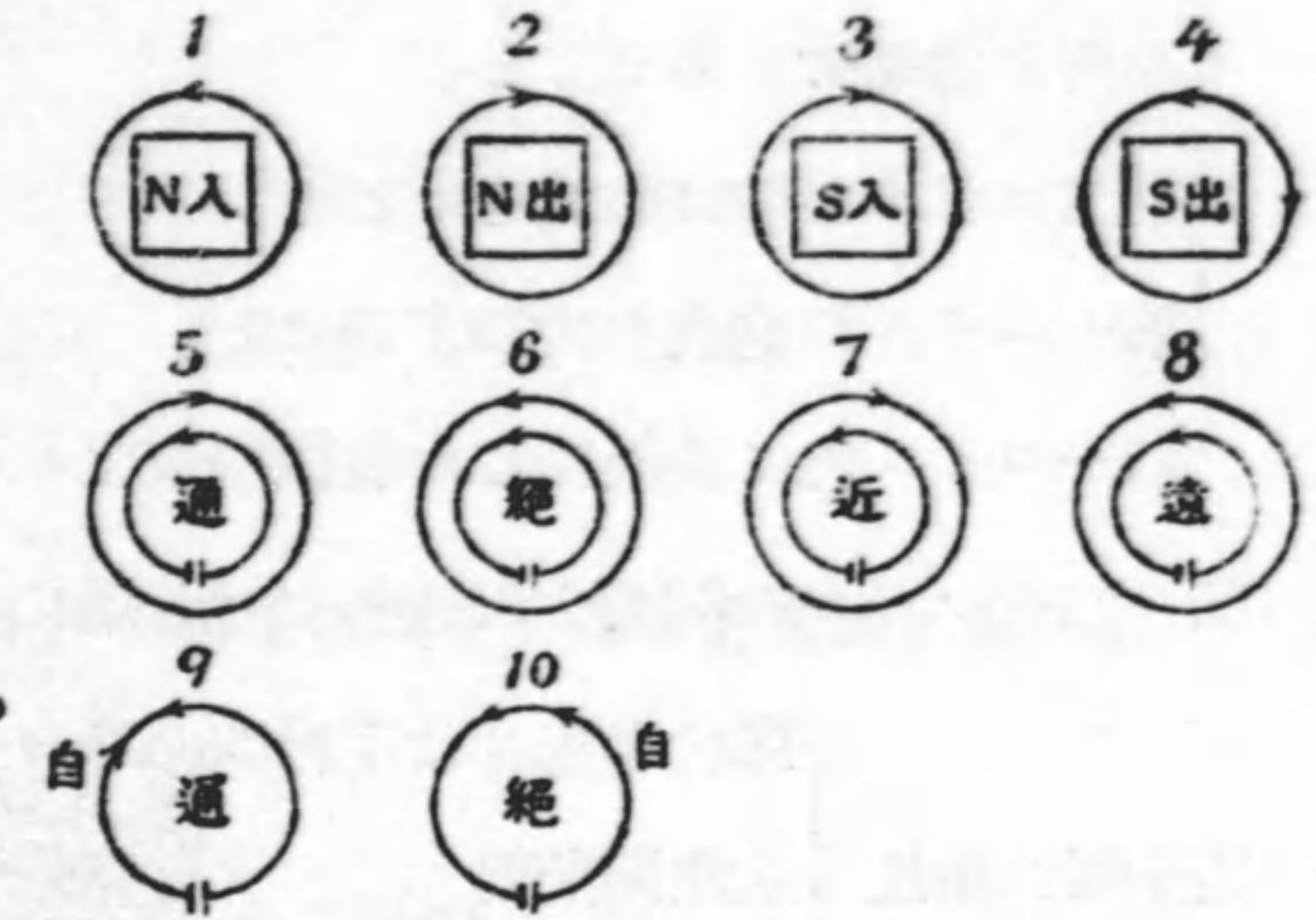


右圖の如くしてKを速かに通絶しますとBの電池だけで電流を通ずる場合に點燈し難いボルトの電燈が強い自己感應電力のためによく點じます。



(E) 自己感應と相互感應との比較及び整理。

右の如き圖示によるのが簡明でよいと思ひます。

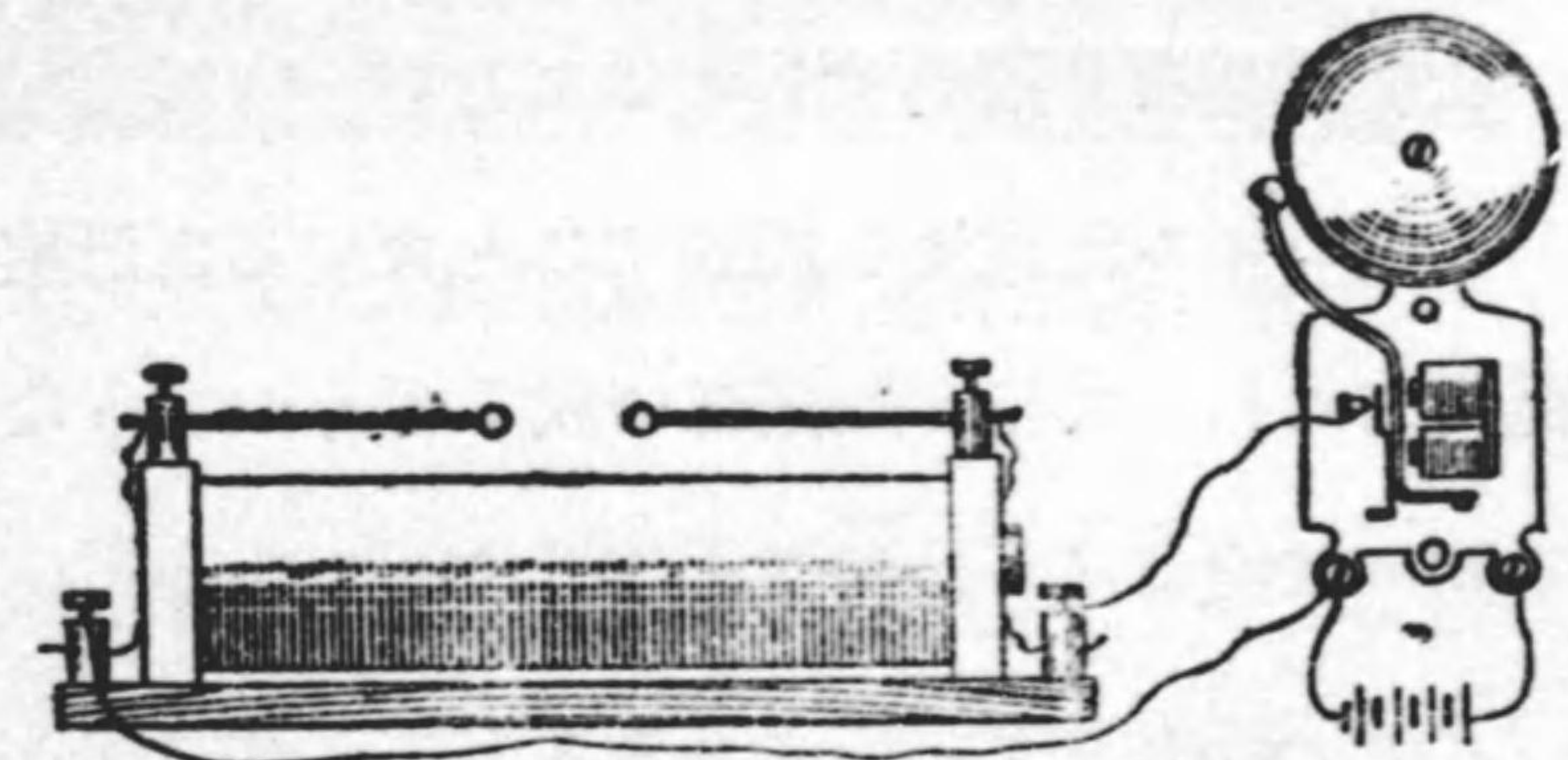


頁 節  
157 171 感應コイル。

(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、斷續部、蓄電器 (後の説明に加へること)



(B) 作用の説明。電鈴の

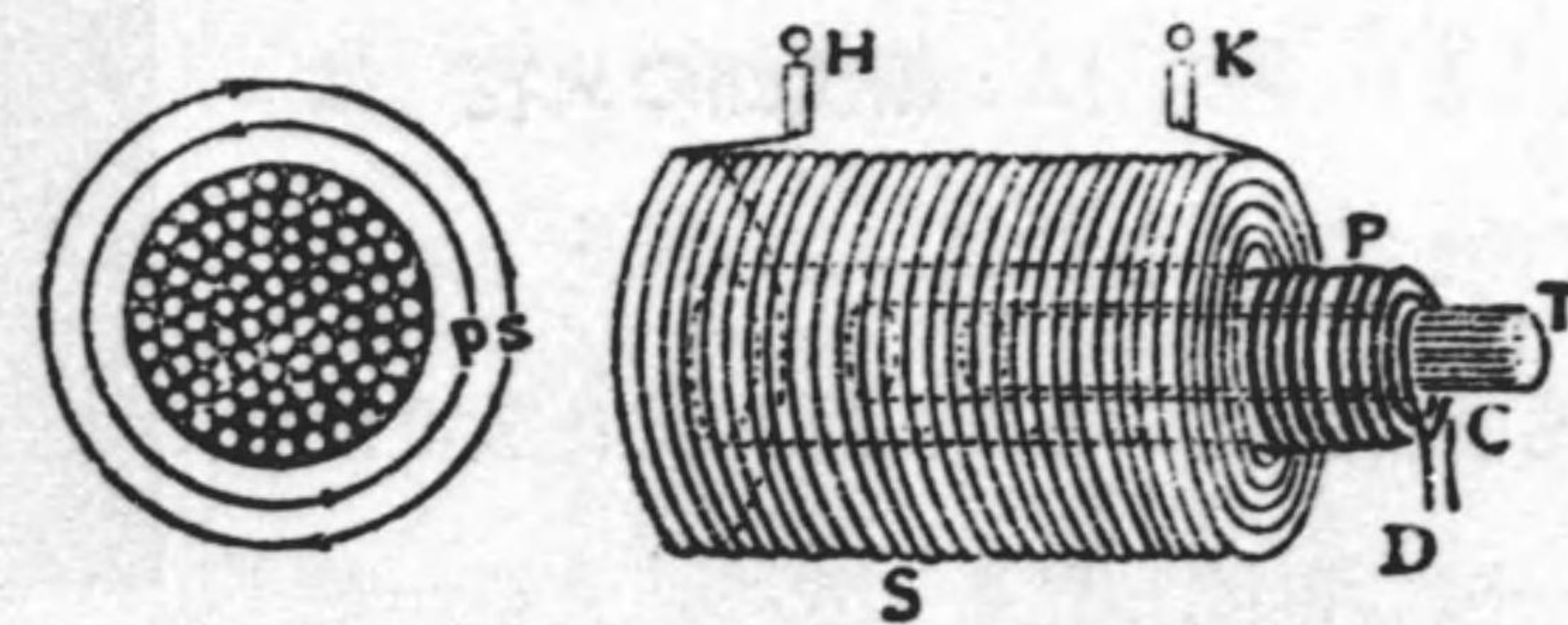
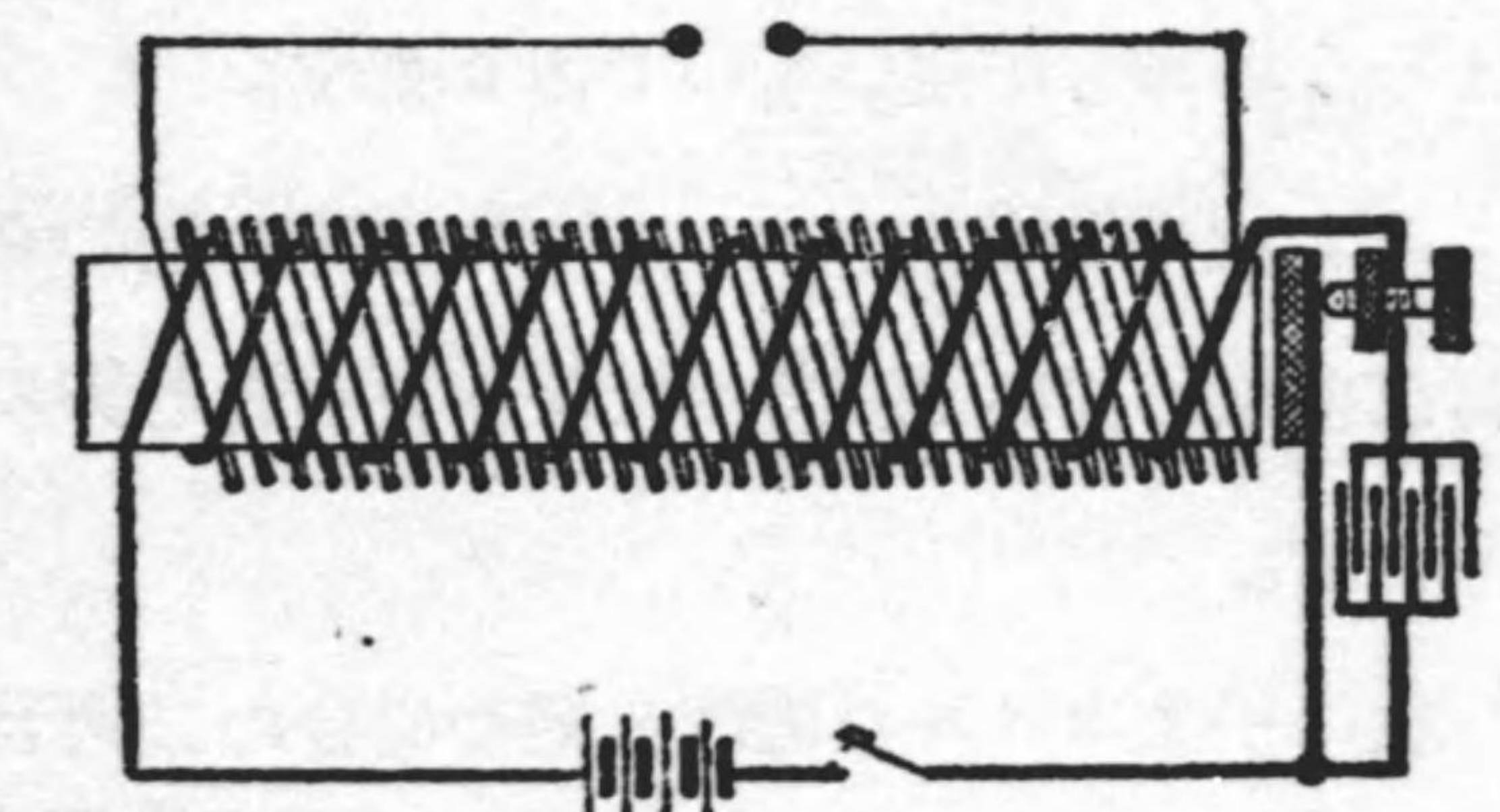
斷續作用を絲口にとり斷續の模様の説明。

右圖は圖示法の一例であります。

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。

感應コイルを有效ならしめる條件。

(1) 一次コイルで作られる磁力線の成る可く多くに二次





コイル内を通過せしめること。

- 第二コイルの切口の大きいこと。
- 第一コイルの電流を大にすること。
- 第一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) 二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
(硫酸中に流した鉛板と白金線)		

石蠟蓄電器を附屬せしめること。

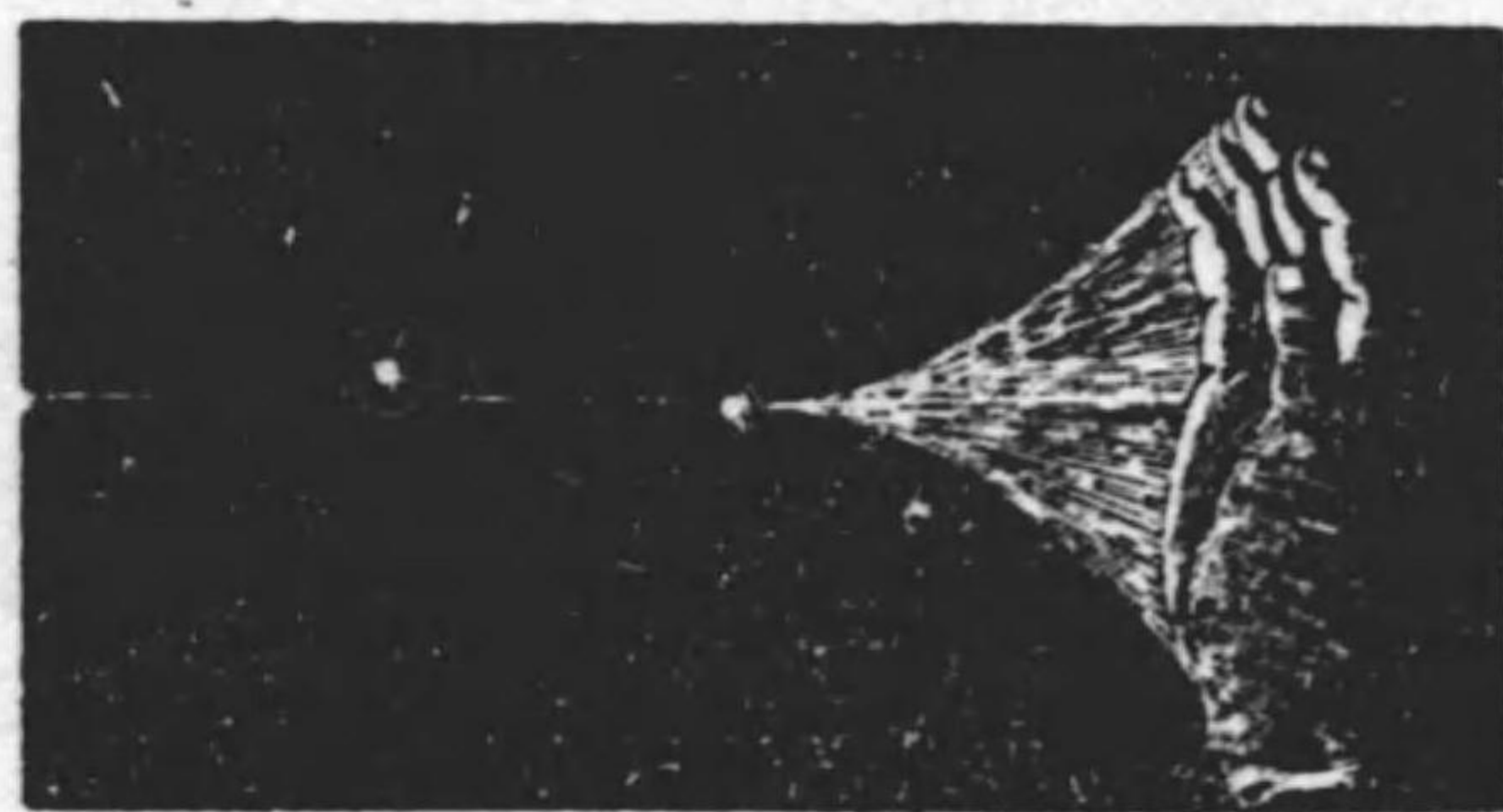
一次コイルに電流を通過するとき起る自己感應の電動力を吸収して通絶を瞬間的にし、火花を開閉部に成る可くつくらないやうにする役目をします。

(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10哩とか30哩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、自己感應の關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

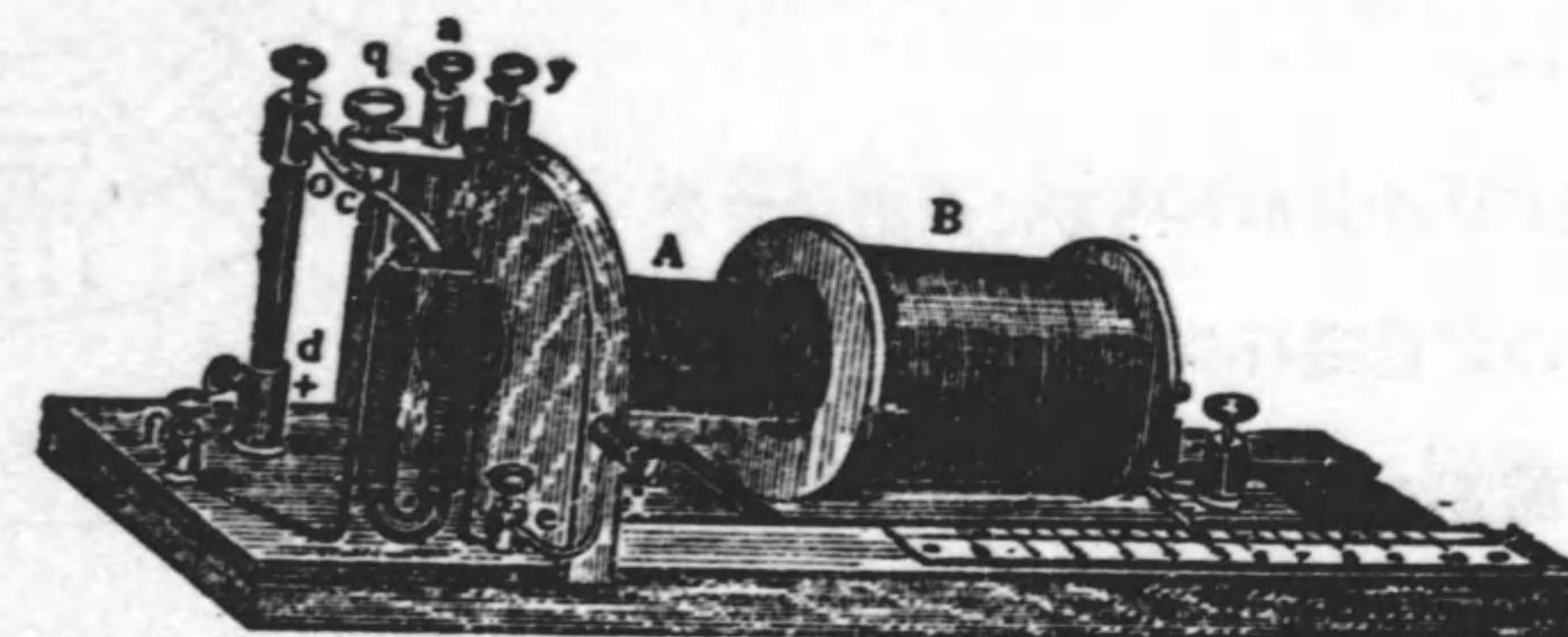
ぶはやはり電流の切れないと同一の結果となり、「有效ならしめる條件の(2)」

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之を除き、又開閉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。

(A) 二次コイルの捲差でコイル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



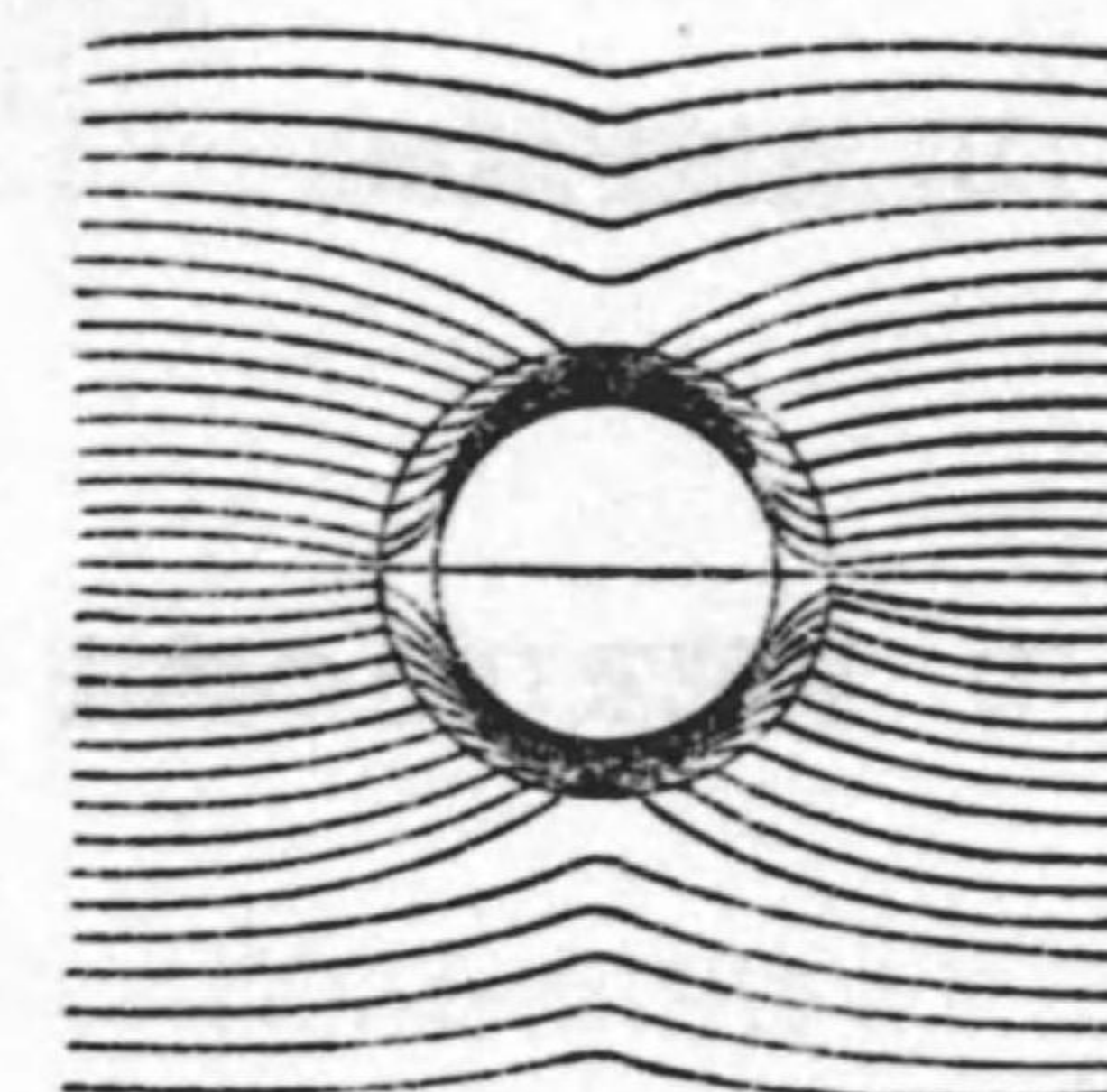
弱によりその電動力の大小を窺はせるには前圖の如き装置が適します。

頁 節  
158 172 發電機。

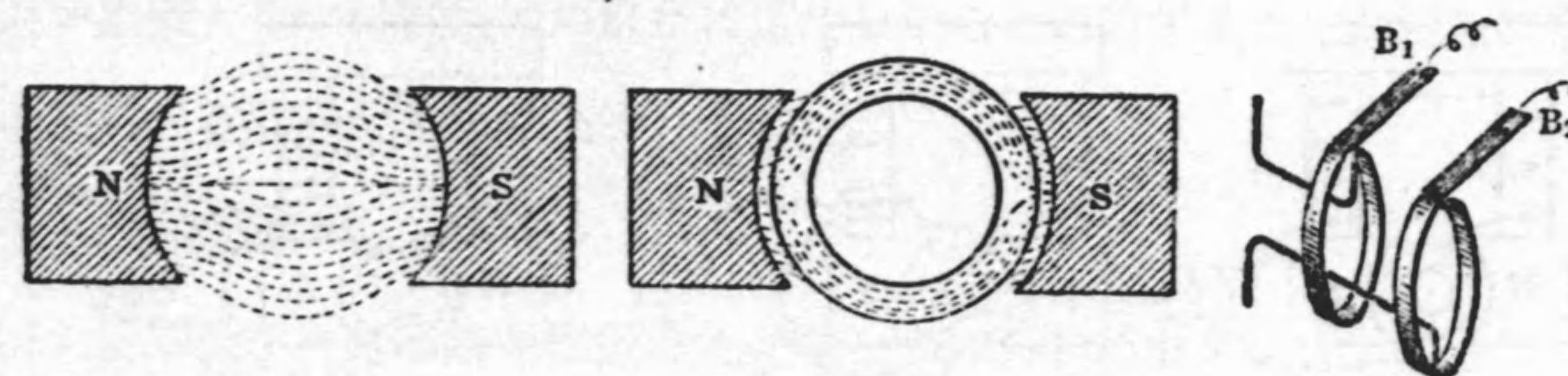
教授要項。

(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右圖の如きものにより想像させる。



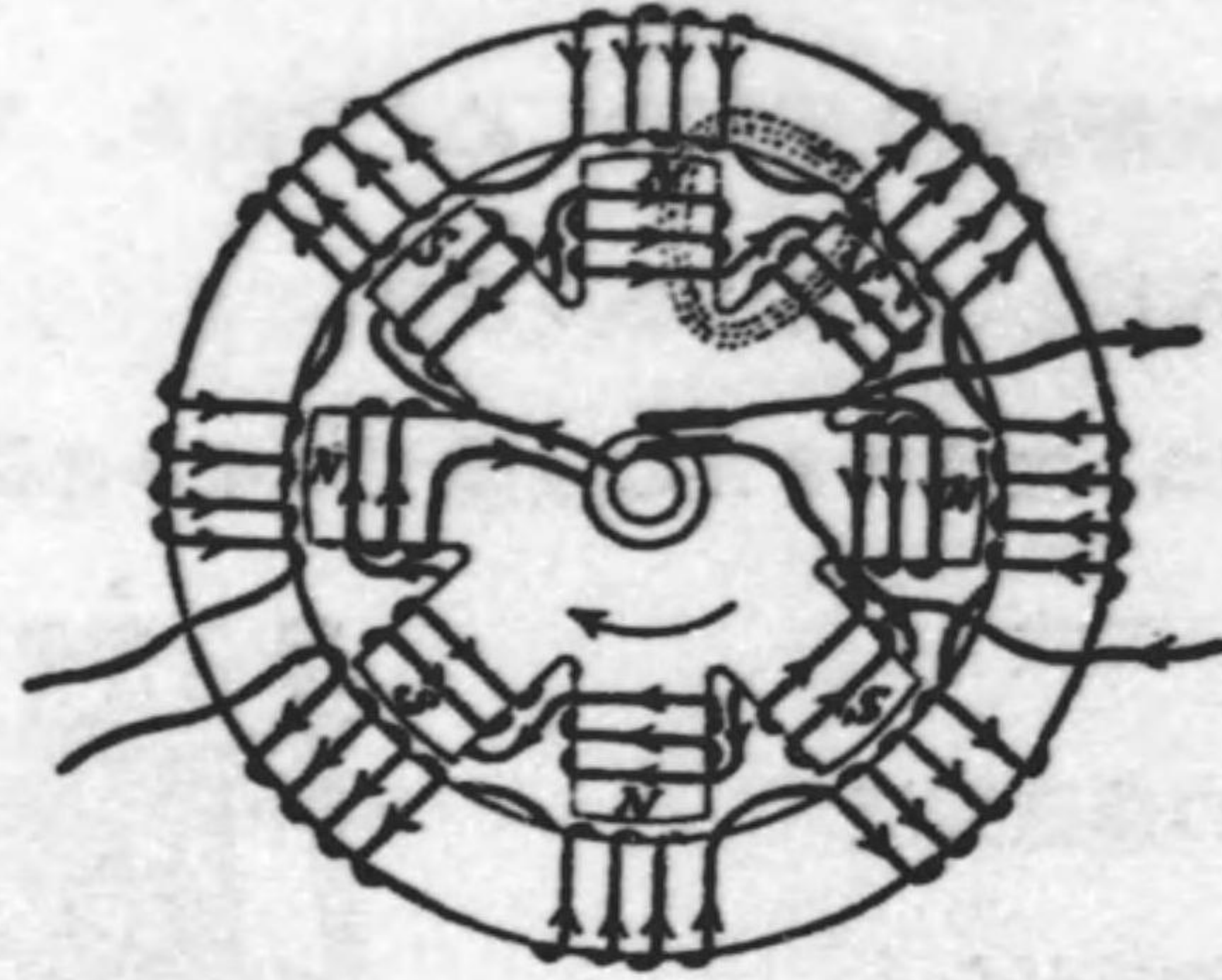
場磁石 磁場をつくる電磁石  
 發電子 {コイル(應感電流を起すもの)  
           {軟鐵心(磁力線を多くするためのもの)  
 滑環。





(2) 作用説明。教科書 158 頁の 351 圖を利用して甲乙二段に分けて発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、実際には磁場をつくるその場磁石の極を多くした 352 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。

又前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聯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。

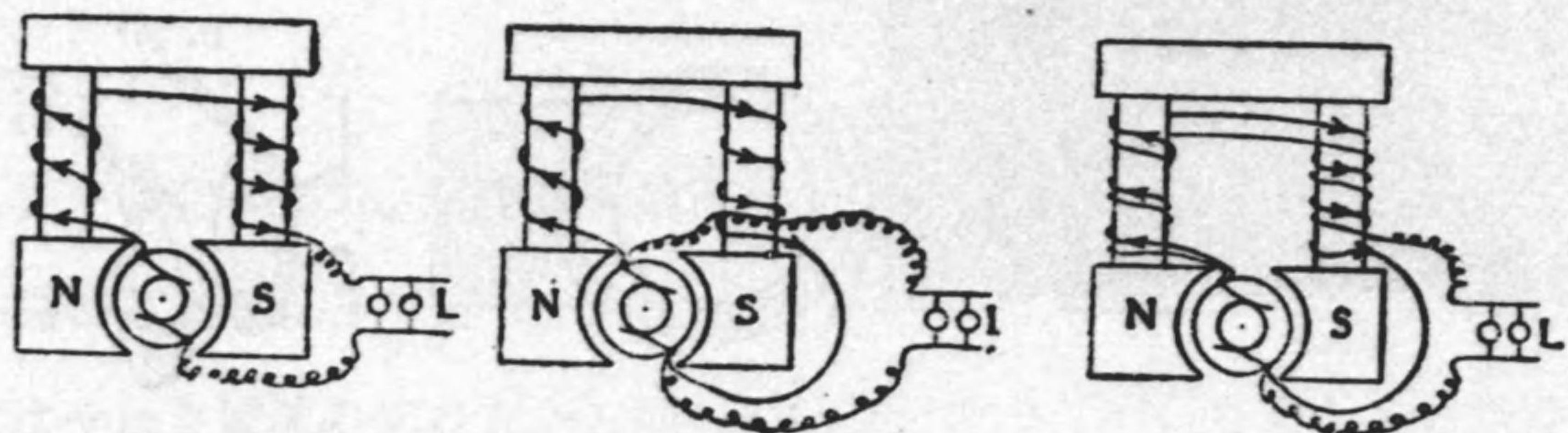
(B) 直流發電機。

- (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て説明します。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。

(3) 添加的にその種類なる直捲, 分捲, 複捲に及ぶも可。



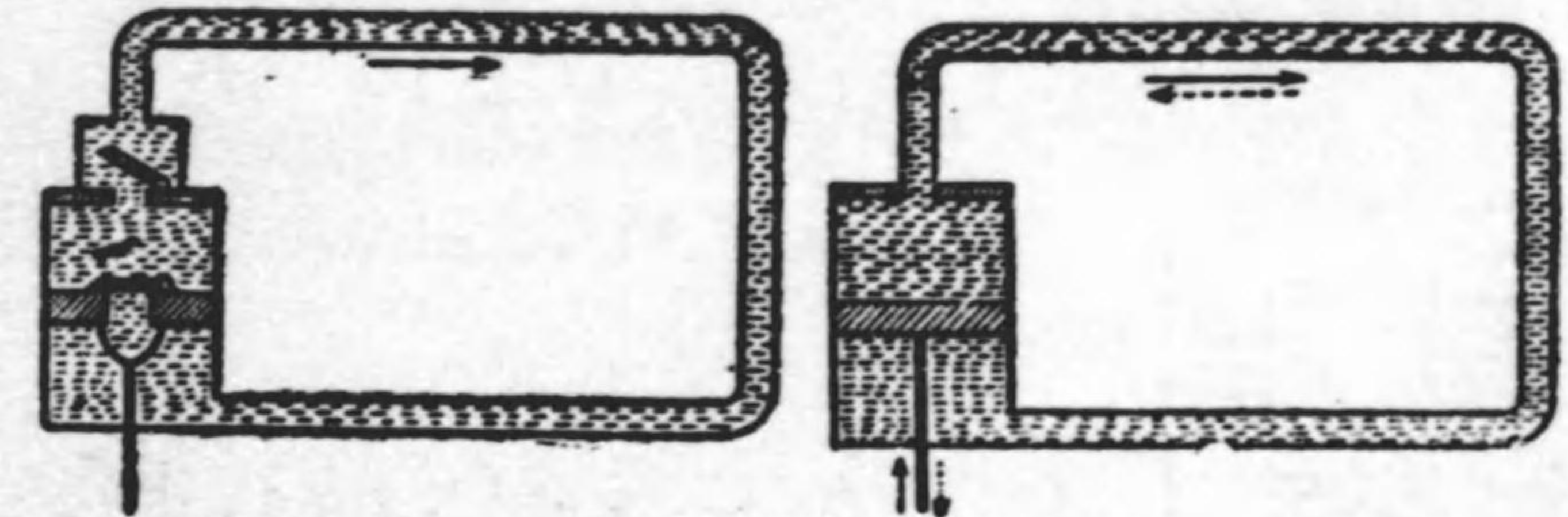
直捲は外抵抗大となれば場磁石の電流小となり發電力を減ず。

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石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。

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。

(C) 直流と交流との思想の構成。之は本質的に説明しても理解は困難でないが、下圖の如き

もので比喩的に説明すると概念をつかますことが容易であります。



頁 節  
160 173 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發電機だけが直列に連結してある他の數個の發電機と極を反對に連結してあることが見附かりました。

之が動機となつて發電機に反對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。

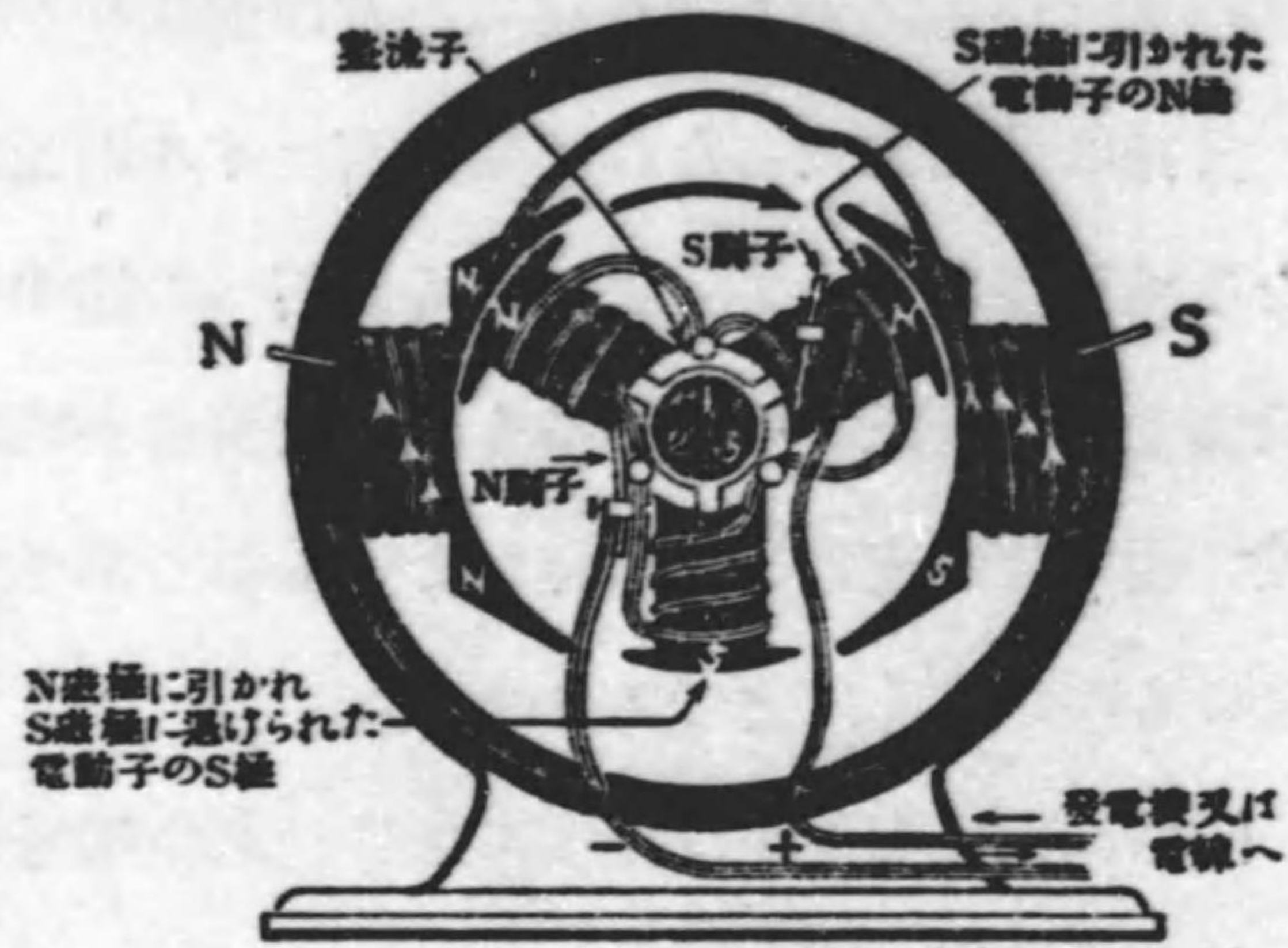
(II) 教授要項。

(A) 要部及びその構造を發電機と比較して知らしめます。

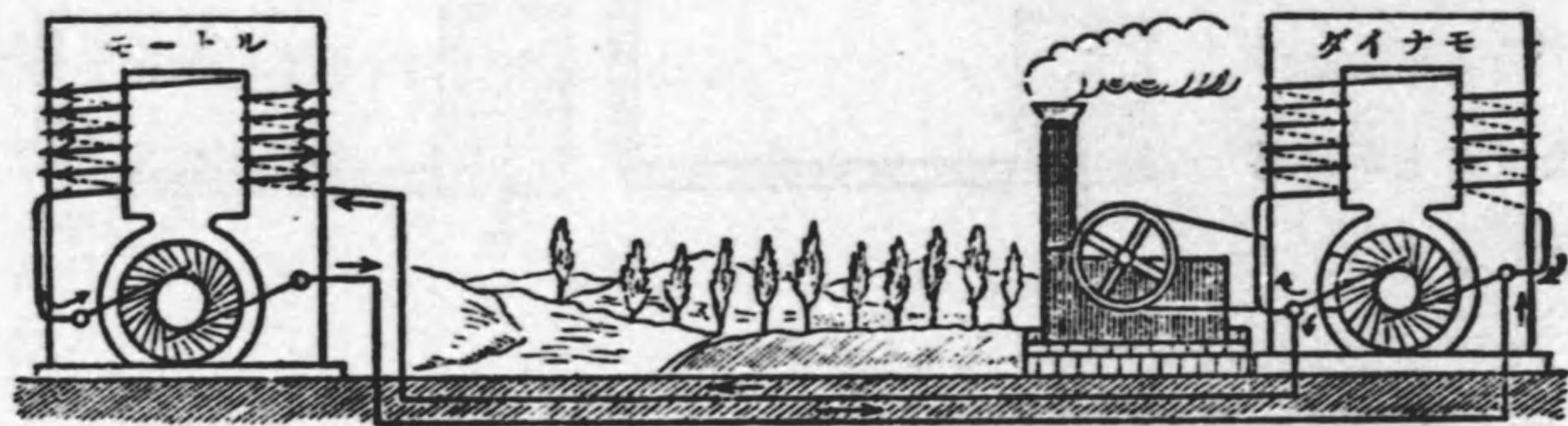


(發電子に相當するものを電動子と稱することを加へます)

(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。

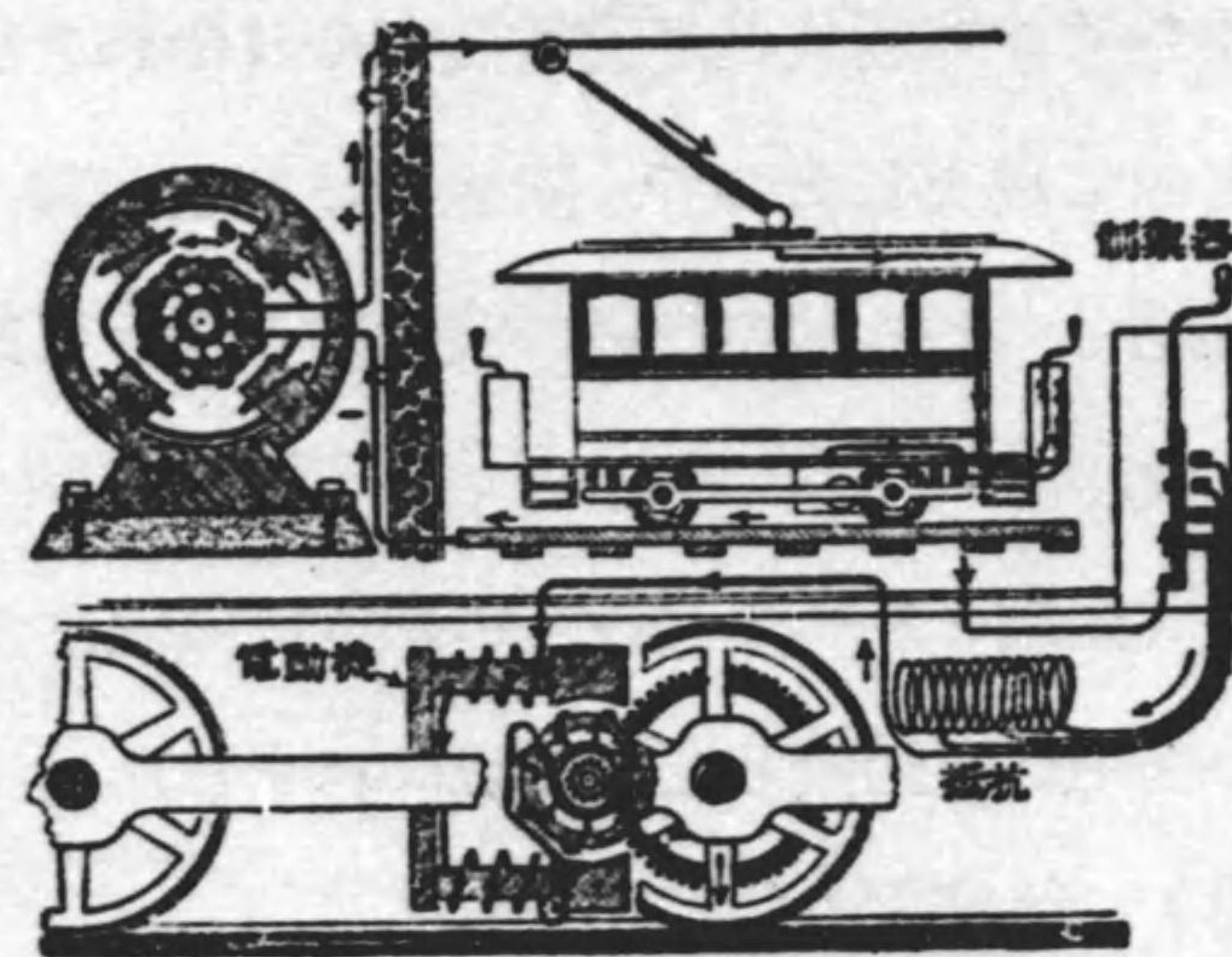


史實を基礎として本節の教授をなすならば次圖の如く發電機と電動機とを對稱的に見させることが有効と思ひます。

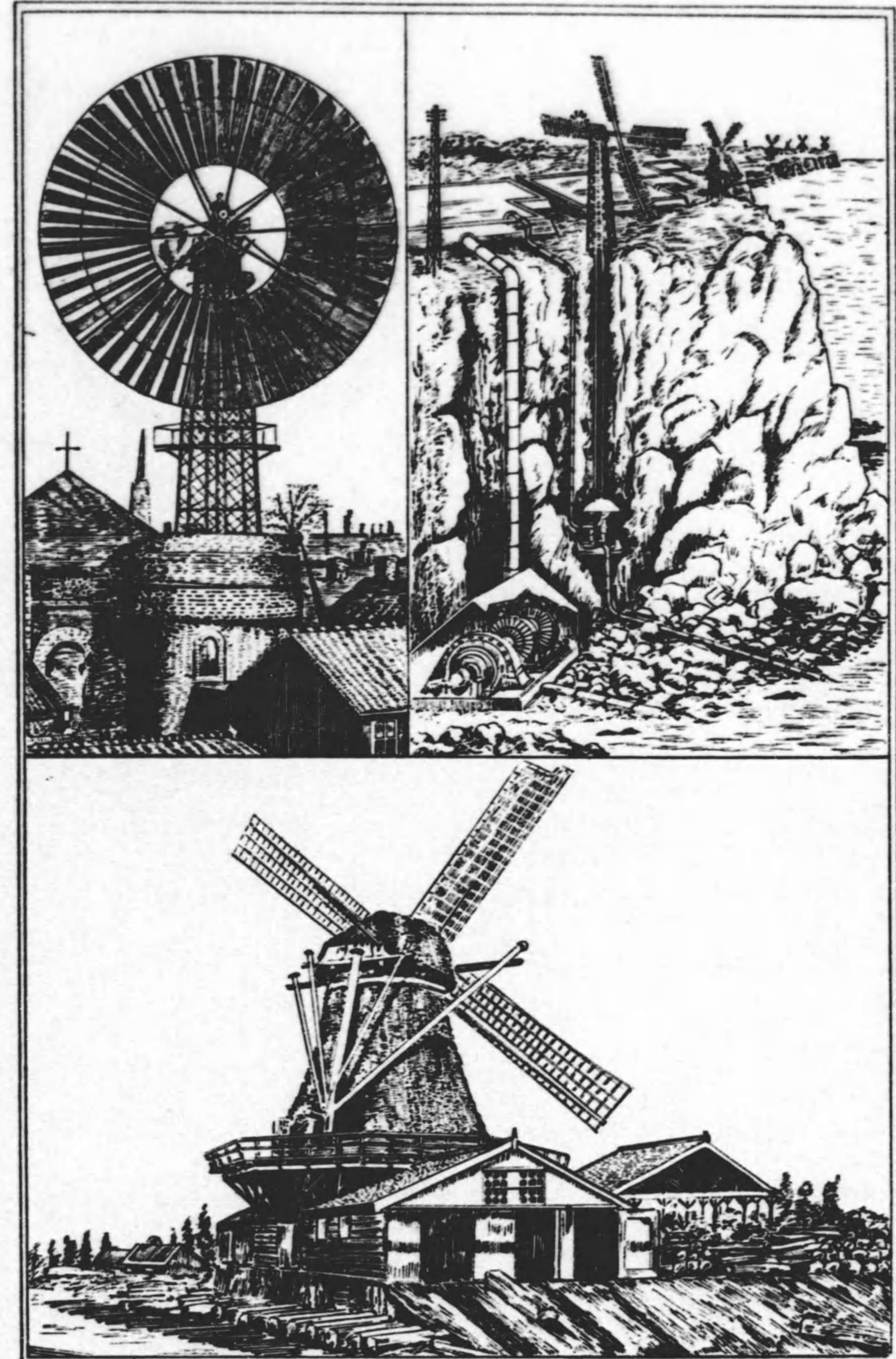


そのどちらを廻しても他が廻ひ出す關係なども之から切實に味はずことが出來ます。

(C) 應用方面を考察せしめます。右圖は電車と電流供給部との全系連絡を示したものであります。



多くの電車は直流を用ひ殆んど交流を用ひません。之は交流電動機ではその始動が煩はしくて電車用に適しないためであります。



風車による發電法的一種  
 (上) セントエドマンドに於ける一大風車  
 (下) 木材大工場の動力となるアムステルダムの風車