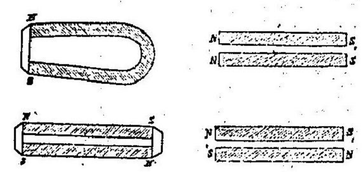
たりとせば鐵片の磁石に近き端は南極遠き端は北極となる。而して異名極の間の距離が同名極のより遠き故に引力が斥力に勝ちて鐵片は磁石に吸引せらるゝなり。

第百二十八圖

二個の磁石を第百二十八圖甲の如く同名の極を同方に向けて並置するときは其相互の感應作用は己に近き端に異名の極を生ずるに在るを以て、互に妨害して磁力は爲に衰弱すべし。之に反して乙圖の如く異名の極を近づけて、並置する時は、其感應作用は益其磁力を強むるを以て、磁石を保存するには二個の磁石を後の如くに並置するを可なりとす。殊に其兩極に軟鐵片を架するをとしとす。蹄鐵磁石に於ても亦然り宜しく兩極に軟鐵片を架すべし。

第百二十九圖 磁石の保存法

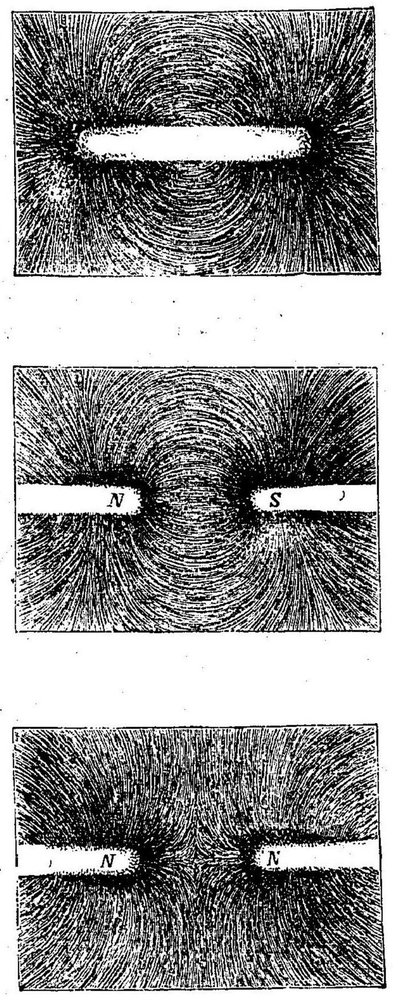


一五六 指力線

磁石の上に硝子板又は厚紙を載せ、細かき篩にて、一樣に鐵粉を板上に撒布し、徐かに板を叩く時は鐵粉は整列して、美麗なる曲線をなすこと圖に示すが如し。是れ鐵

粉が感應作用によりて小磁石となり、各自其所在點に於ける磁力の方向を指すによるなり。又細粉の密集する處は卽ち磁力の強き處にして、粗なる處は磁力の弱き處なれば、一目して磁場の狀況を知ることを得べし。

第百三十圖 磁場の圖



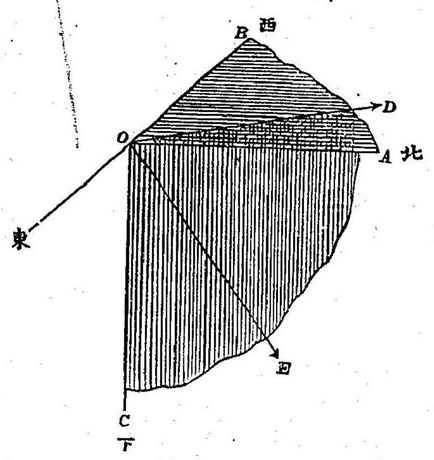
此鐵粉の作れる曲線は所謂磁氣の指力線を現出するものなり。指力線とは其の各點に於ける切線が其點に於ける

力の方向を指す所の曲線を云ふ。

地磁氣　磁針の常に南北の方向を指して靜止する所以は地球は一大磁石の如く作用して地球の表面は其磁場なるによるなり。今或場所に於て、地球の磁力を實測するに其方向(卽地磁氣の指力線の方向)は眞の南北にもあらず、又水平面中にも在らざるなり。例へば東京に於ける指力線の方向如何と云ふに第百三十一圖に於てOAを正北とし、OBを正西とせばAODを約四度半となしてOD線を引き、次にDOCなる鉛直面中に於てDOEを約四十九度として、OE線を引けば、此OE線は卽ち

第百三十一圖

OD 磁氣子午線
OA 子午線
AOD 方位角
DOE 伏角



東京に於ける地磁力の方向なり。

方位角　**伏角**　第百三十一圖の角AODを其地に於ける地磁氣の方位角(又は偏差)と云ひ、ODを磁氣の子午線と云ふ。(蓋しOAは眞の子午線なるにより之に倣ひて名つけたるなり。)卽ち方位角とは磁氣の子午線と眞の子午線との間の角なり。方位角は場處により一樣ならず。我邦に於ては磁針の北端は西に偏すれども印度地方に於けるが如く、東に偏する處もあるなり。

第百三十一圖のDOEを其地に於ける地磁氣の伏角(又は傾角)と云ふ。卽ち伏角とは指力線と水平面との間の角なり。此角も亦場所によりて一樣ならず。

	方位角	伏角
根室	4° 5′	57°.5
東京	4° 24′	49.0
京都	4° 4′	48.8
鹿兒島	3° 37′	45.4

第百三十二圖　伏角計

第百三十二圖は伏角を測る裝置にして磁石をして自由に子午面内に於て、上下の運動を爲し得べからしむる爲に、水平の軸を設けて之を支持したる者なり。

伏角九十度に等しき所を地球の磁極と云ふ。其位置は地球の南北極より各十餘度距りたる所にあり。

一五九

水平分力　地磁力の方向は、場所によりて、異なること、上文説く所の如し、而して其強さも亦場所によりて差異あるなり。地磁力は第百三十一圖のOE線に沿うて作用するものなれば、其強さを測るにも、此方向に於ける者を以てするを正當とすれども、通常は其水平なる分力卽ちOD線の方向に

働く者を以てし、之を水平分力と名づく。之れ普通の磁針等を廻轉せんとするは唯此水平の分力のみなればなり。地球の磁場を決定するには、方位角、伏角を以て方向を定め、水平分力を以て其強さを定むることを得べし。故に此三者を地磁氣の三要素と云ふ。

一六〇

地磁氣の變化　地磁氣の場所によりて一樣ならざることは前文に説けるが如しと雖も同一の場所にても一定せるものに非ず。晝夜、四季の變換につれ、規則正しき變化をなし、又歲月を經るに從て漸々變化するなり。又時々磁氣嵐と稱して、突然急激なる變化をなし、長きは兩三日にわたりて始めて平穩に復することあり。

例へば、本邦各地に於て方位角を驗するに、一日中方位角の最小なるは、(卽ち磁針の正北に最近き時)午前七、八時頃にして、日中に近づくに從ひて漸々增

大し、午後一時頃に至りて最大値に達し、夫より減少して、夜間は殆一定の値を保ち、曉に至りて再び減少して、最小値に達するなり。但し最大値と最小値との差は僅に十分(角度の)内外なれば、精密なる器械によらざれば之を見ること能はず。

羅針盤　遠洋航海用の羅針盤は船體其他機械に非常に多量の鐵材を使用せるが爲に普通の磁針のみにては不可なり。是れ船は地球の磁場中にあるが故に感應作用により自ら一の磁石となり磁針に大妨害を與ふればなり。殊に船體の向ふ方位によりて船の磁力には強弱ありて其磁針に及ぼす影響一定ならず。羅針盤に於ては此患を避くる爲に磁針の近傍に適當の位置に故らに鐵球、棒磁石等を置きて之によりて船の磁力を打消さしむ。

第百三十三圖　羅針盤。左右にある球は船の磁力を打消す爲のもの

第八編

電氣

1746年

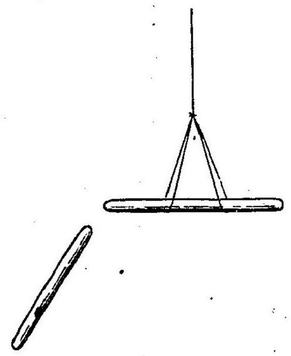
一六二

發電　封蠟又は松脂にて作りたる棒を取り能く乾燥したるフランネルを以て、摩擦し之を紙片、藁屑等の輕體に近づくれば忽ち之を吸引し、再び之を反撥す。又之を指頭に近づくれば微音を發すると同時に、棒と指との間に、微小なる火花の發するを見るべし。此時吾人は封蠟又は松脂に電氣起れり、又は發電したりと云ふ。硝子棒を絹布にて摩擦するも、亦よく發電せしむることを得べし。

一六三

二種の電氣　絹布を以て摩擦して發電したる一本の硝子棒を絹絲にて吊し、フランネルを以て摩擦して發電したる

第百三十四圖　吸引排斥の實驗



封蠟棒を之に近づくれば互に吸引し、發電したる硝子棒を近づくれば、互に排斥す。之に因て硝子に起りたる電氣と封蠟に起りたる電氣とは、異種の者たるを知るべし。種々の物體を摩擦して之を驗するに其電氣は必ず此兩種の外に出でずして、若し硝子によりて排斥せられ、封蠟により吸引せらるゝ者に非ずんば、必ず硝子に吸引せられ、封蠟に排斥せらるゝ者なり。吾人は此兩種を區別せんが爲に絹布を以て硝子を摩擦したる時、硝子に起る電氣を陽電氣と云ひ(十)號にて之を表はしフランネルを以て封蠟を摩擦したる時、封蠟に起る電氣を陰電氣と云ひ(一)號を以て表はすなり。斯の如く電氣に陰陽の兩種あること、猶磁石に南北異性の

$f = mm'$

$f = \frac{mm'}{r^2}$

極あるが如く、異種の電氣の相吸引し、同種の電氣の相排斥するは、猶磁石の時に於て異名の極の相引き、同名の極の相斥くるが如し、而して其力の強さは互に作用する兩電氣の量の相乘積に正比例し、距離の二乘に逆比例す。又磁石の異極相重なるときは、互に打消して磁力を失ひ、鐵片を吸引せざるが如く、異種の電氣相合するときは、互に平均して其作用は大に減殺せらるゝなり。

摩擦によりて發生する電氣の種類は物質によりて一定ならず。實驗によるに、左に列擧する物質中二を選び、之を摩擦すれば上位にある者は陽電氣を得、下位にあるものは陰電氣を帶ぶ。

猫革、フランネル、象牙、硝子、絹、木、金屬、護謨、封蠟、樹脂、硫黄。

傳導　松脂、硝子等は摩擦によりて發電せしめ得べきこと

上文說く所の如しと雖も金屬棒を摩擦し驗電器を以て驗するに、毫も發電の狀なし。之れ松脂等にては發生したる電氣は、其摩擦したる局所に止まれども、金屬にては起りたる電氣、全體に普及し、之を把持する手を經て逃れ去るを以て、發電の現象を認むること能はざるなり。即ち電氣には熱の如く傳導の作用ありて、導體の一端を熱すれば、其熱一所に留まらず四方に逃れ去りて冷却するが如し。電氣の不導體は、電氣の擴散を防ぐを以て之を絶緣體と云ふ。

第百三十五圖　金屬棒に硝子柄を附したるものを摩擦して金屬の發電することを示す實驗

絶緣體　硫黄、樹脂類、硝子、乾燥したる空氣、紙、絹等

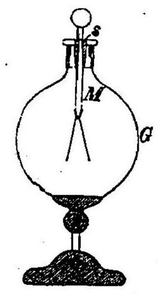
導體　身體、麻、綿類、木、紙、不純なる水、金屬等

絶緣したる導體を、一の發電體と接觸せしむれば、導體は電

氣を受く之を傳導によりて物體に帶電せしむと云ふ。

一六五 驗電器 物體に電氣の起りたるや否やを驗するには驗電器を用ふ。金箔驗電器は頗る鋭敏にして然かも其構造簡單なり、(第百三十六圖) 一の硝子球Gに絶縁體の栓を爲し之を通じて一の金屬棒を挿入し、球内に在る下端より、二枚の金箔(現今は多くアルミニュームの箔を用ふ)を垂下したる者なり。此器に電氣を與ふれば金箔忽ち開く、而して此開きたる角度によりて電氣の多少を推知し得べし。

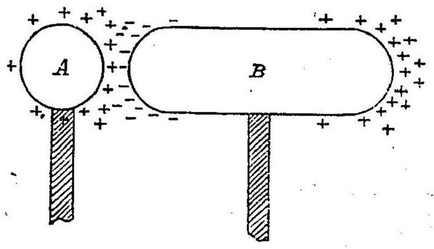
第百三十六圖 金箔驗電器



一六六 電氣の感應 電氣を帶びたる物體の周圍に在りて其作用の及び得る場所を、其帶電體の電場と云ふ。

磁氣に感應の作用あるが如く、電氣にも亦感應作用あり。即ち一の絶縁したる帶電せざる導體B(第百三十七圖)を、陽電氣を帶びたる物體Aの電場内に置くときは、Aに近き端に陰電氣起り、遠き端に陽電氣を起す。而してBの兩端にある陰陽電氣の量は、正に相等し。

第百三十七圖 感應作用



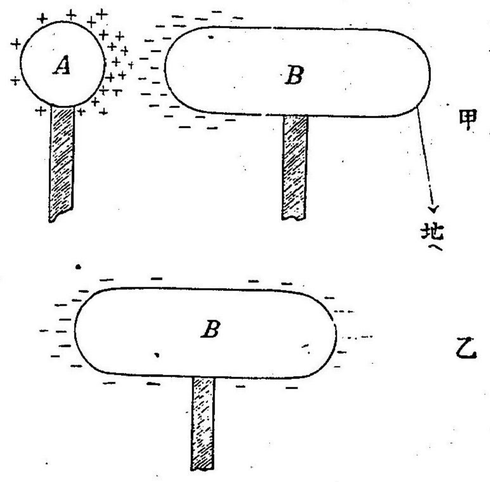
此實驗を行ふには絶縁したる導體Bとして金箔驗電器を使用するを便とす。一の帶電體Aを之に近づくれば金箔開き、遠ざくれば又閉づるを見ん。

陽の帶電體Aが、絶縁したる導體Bの近傍にありてBの兩端に感應電氣を起したる時指頭をBの一端に觸れ、地球と連絡すれば、Bの陽電氣は傳導によりて地に流れ去り、唯Aに近き端に陰電氣を殘すのみ(第百三十八圖)。茲に於て、指を放ちて再びBを絶縁し然る後Aを遠ざくる時は、Bに殘留したる陰電氣は、其の全

面に擴散すべし。之を感應によりて帶電せしむと云ふ。

金箔驗電器に就て本文の手續を行へば金箔開くべし。

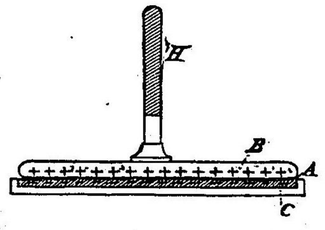
一六七 放電 第百三十七圖に於けるが如く一の帶電體Aを他の導體Bに近づくる時其距離非常に近ければ兩體の間に小なる火花を放ち同時に微音を發しAの電氣の一部消失す。之れAの電氣とBに誘起せられたる異名の電氣との間の引力强大となり中間にある空氣を押破りて中和するによる。凡て異種の電氣が中和して發電の現象を失ふを放電と云ふ。放電の際は音及び火花



第百三十八圖 甲、Bの一端を地に連絡したる圖 乙、次に地との連絡を絶ちAを遠ざけてBを帶電せしめたる圖

を發するを常とすれども尚他の作用を伴ふことあり。後文說く所によりて之を知れ。

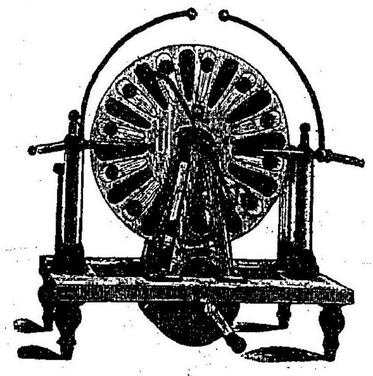
一六八 電氣盆 電氣盆は少量の電氣を得るに便利なる器械にして其裝置は金屬の圓盆Cに樹脂Aを注入したる者と、絶緣體の柄Hを附したる金屬の圓板Bとよりなる。此器を使用して電氣を得るには、先づ毛皮、又はフランネルを以て烈しく樹脂を摩擦すれば其上面に陰電氣を起し感應によりて盆の下底に陽電氣を起す。次に圓板を樹脂上に載すれば、樹脂と圓板とは、數點に於て相接觸するに過ぎざるによりて、樹脂面の陰電氣、圓板に感應して、其下面に陽電氣、上面に陰電氣を誘起す。依て指頭を圓板に觸れて陰電氣を去り柄を取りて圓板を引き揚ぐる



第百三十九圖 電氣盆

ときは陽電氣其全面に擴がるを以て、之を所要の場所に持ち行きて、實驗の用に供し得べし。

一六九 起電機 起電機とは多量の電氣を發生せしむる器械にして、摩擦による者と感應による者との二種あり。以前は摩擦起電機世に行はれたれ共、感應起電機の發明ありてより、今日は殆ど摩擦起電機を用ふる者なし。感應起電機中普通に行はるゝはウィムシャルストの起電機なり。其要部は硝子圓板の一方の表面に、數個の細長き錫箔を貼付けたる者二枚を對置し其中心に軸を施したる者にして、把手を取りて廻轉すれば滑車の適當なる裝置に依て、此兩圓板反對に一は左旋



第百四十圖 ウイムシャルスト感應起電機

し他は右旋す。又軸を支持する柱に固定したる金屬棒PQありて、互に凡六十度の傾斜をなし、其兩端には恰も刷毛の如き針金の束ありて、硝子板に貼付したる前記の錫箔に觸る、L Mは二個の櫛にして、各絶縁せる導體A Bの一部なり。A Bを起電機の兩極といふ。

一七〇 實驗 電氣盆及び起電機を使用して行ふべき實驗甚多し、左に稍興味あるもの二三を掲げん。

(一)水を充てたる容器を、高處に置き、其側壁に穿ちたる小孔より、水を流出せしむれば、水は細線となり落下す。然るに若し此容器を絶縁し、針金を以て起電機と連絡し、之に電氣をかくれば、水は無數の小滴となりて四方に撒布せらるべし。

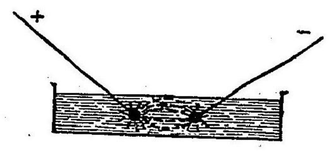
(二)絶縁體を以て机の表面より二寸許の處に水平に一の金屬板を支持し板の下に、紙片を撒布し、金屬板に電氣をかくれば、紙片は机と板との間を、昇降飛躍す。

(三)淺き硝子器に、油を注ぎて、深さ五分許となし、其中に少量の硫酸キニーネを攪拌して、起電機の兩極を此油中に導入し、烈しく、起電機を廻轉すれば、硫酸キニーネは整列して、電場の指力線を顯はすこと猶磁石の上に鐵粉を撒布したる時の如し。

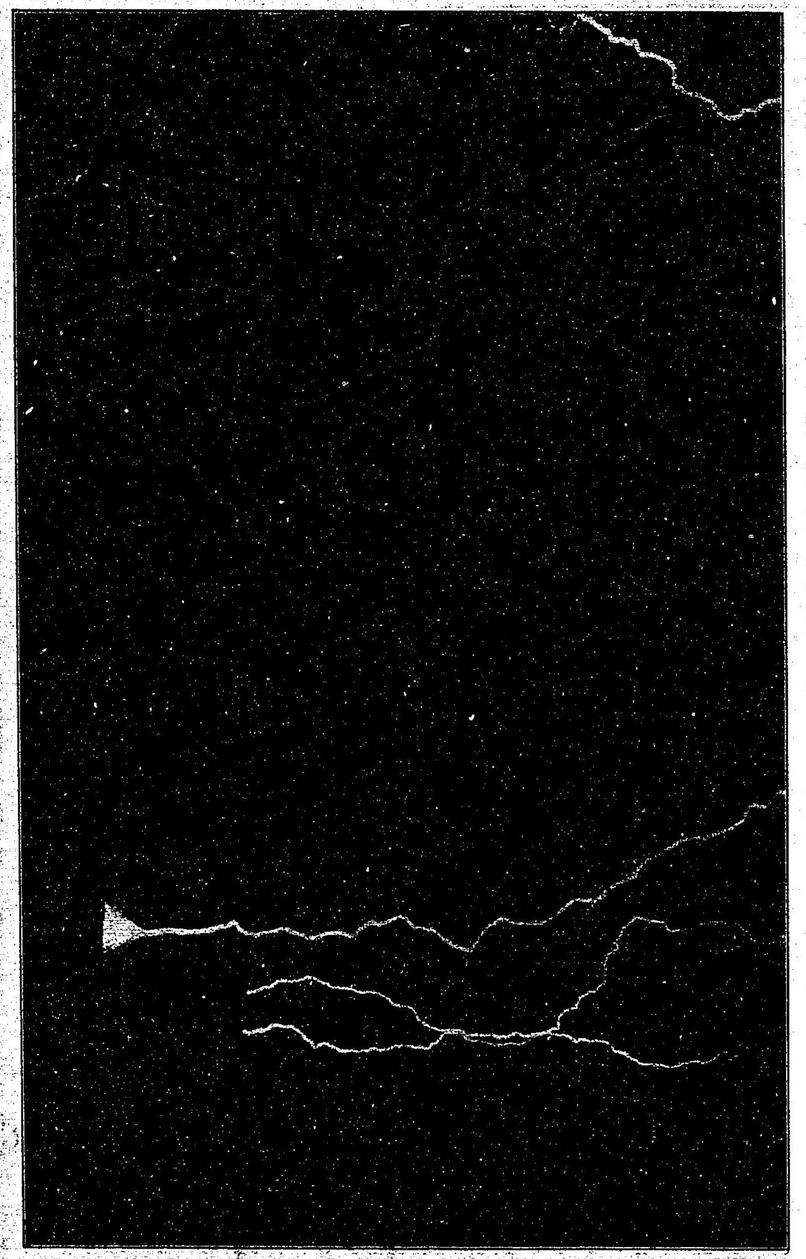
(四)一疋の蛙を腰部より切斷し、後肢の皮を剝ぎ、起電機の導體に結びたる針金の一端に、此蛙の脊髓神經を懸けて之を吊し、後肢の一端を地と連絡する導體に觸れしめて、起電機を廻轉すれば恰も活けるが如く屈伸すべし、之れ指頭を起電機に近づくるとき痙攣を感ずると同一の生理作用なり。

(五)起電機を廻轉するときは其近傍に一種の臭氣を發生するは、之れ空氣中の酸素、變質してオゾーン瓦斯となるによるなり。

(六)起電機の兩極を近づけ、其間の距離を五分許となし、起電機を廻轉するときは兩極の間に猛烈なる火花を連發すべく、其間に厚紙を夾むときは之に小孔を穿つべし。又一方の極に尖點を設け、暗室中に於て之を見るときは火花を發することなく、唯其尖端より絶えず、刷毛の如き光を放つを見るべ



第百四十一圖



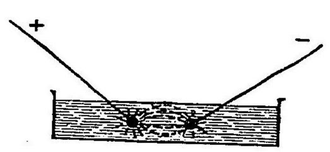
圖の光電

(三)淺き硝子器に、油を注ぎて、深さ五分許となし、其中に少量の硫酸キニーネを攪拌して、起電機の兩極を此油中に導入し、烈しく、起電機を廻轉すれば、硫酸キニーネは整列して、電場の指力線を顯はすこと猶磁石の上に鐵粉を撒布したる時の如し。

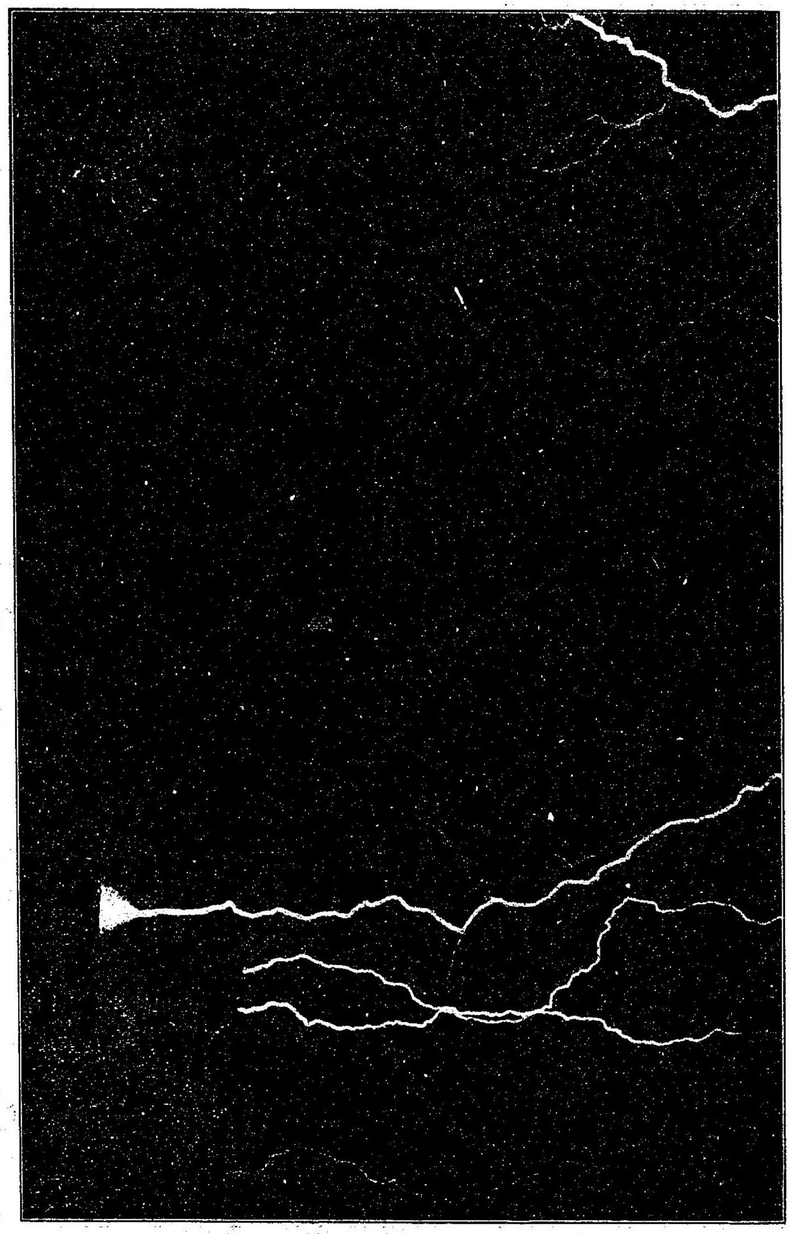
(四)一疋の蛙を腰部より切斷し、後肢の皮を剝ぎ、起電機の導體に結びたる針金の一端に、此蛙の脊髓神經を懸けて之を吊し、後肢の一端を地と連絡する導體に觸れしめて、起電機を廻轉すれば恰も活けるが如く屈伸すべし、之れ指頭を起電機に近づくるとき痙攣を感ずると同一の生理作用なり。

(五)起電機を廻轉するときは其近傍に一種の臭氣を發生するは、之れ空氣中の酸素、變質してオゾ[illegible]ン瓦斯となるによるなり。

(六)起電機の兩極を近づけ、其間の距離を五分許となし、起電機を廻轉するときは兩極の間に猛烈なる火花を連發すべく、其間に厚紙を夾むときは之に小孔を穿つべし。又一方の極に尖點を設け、暗室中に於て之を見るときは火花を發することなく、唯其尖端より絶えず、刷毛の如き光を放つを見るべ



第百四十一圖



圖の光電

一七一

し。

大氣中の電氣　大氣は常に多少の電氣を帶ぶる者なり。雨天の時は其電氣陰陽常ならざれども晴天の時は通常陽電氣を帶ぶ。フランクリンは、雷鳴の時高く紙鳶を雲際に飛揚せしめて上層の雲は多量の電氣を帶ぶることを證明せり。此電氣を帶ぶる雲、他の雲に感應して、雲と雲との間に放電することあり、其音を雷鳴と云ひ、其火花を電光と云ふ。雷鳴と電光とは、同時に發する者なれども、音響の速度は遲緩なるを以て電光を認め暫時の後、雷鳴を聞くを常とす。電光は一般に分枝せる曲線を畫くものなり。

電氣を帶ぶる雲、下りて地面に近づき、其間に放電することあり之を落雷と云ふ。落雷の時は往々樹木を裂き、家屋を壞り、人畜を殺傷することあり、此災を避くるには避雷針を

用ふ。避雷針とは、上端の尖れる金屬棒を屋上に立て、數條の針金にて地中に埋めたる金屬板と連絡せしめたる者なり。此裝置の效用は電氣を帶びたる雲、降りて地に近づき地面に感應電氣を誘起するとき、地面の電氣は、尖頭より續々空中に出でて、雲の電氣と中和し以て、激烈なる放電を起すを豫防するに在り。避雷針と地との連絡は充分の注意を要すべき者にして、若し連絡不完全なるときは、却て災を招く。又尖頭は鋭く尖りあることを要するにより、白金又は黃金を以て鍍金し、其錆蝕を防ぐを常とす。近時の研究によるに、避雷針は通常有効の者なれども、甚激烈なる落雷に逢へば、其效を奏せざることありと云ふ。

一七二

電位　電流　物體に熱を與ふれば其温度昇り密閉せる器に氣體を入るれば其中の壓力昇る。又二つの温度を異にする物體を熱の導體にて連絡すれば熱は流れて兩者の温度を同一ならしめ、二つの壓力を異にする容器を管にて連絡すれば氣體は管中を通じて流れ兩者の壓力を同一ならしむ。然して此熱流又は氣流の方向を決定するは其温度又は壓力にして兩者の保つ熱量又は氣體の多少に關係せず。例へば氣體を容れたる一立方米の容器が一萬立方米の氣體よりも高き壓力にあれば一立方米の方が尚一萬立方米の方に流れ込むべし。電氣學に於ては之に相當して導體に電氣を與ふれば其電位を變じ電位の異なれる導體を連絡すれば電流起りて兩者の電位を同一ならしむと云ふ。物體に陽電氣を與ふれば其電位正となり陰電氣を與ふれば電位負となる。又陽電氣は電位の高き方より低き方に向て流れ陰電氣は之と同時に電位の低き方より高き方に

向て流る。吾人は陽電氣の流るゝ方向を以て電流の方向とす。

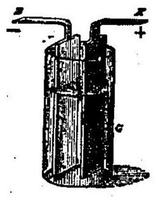
電氣工學に於ては電位差と云ふ代りに電壓の語を用ふ。之を要するに電位又は電壓は電氣の量の多少にあらずして發電の强弱を表はす者なり。

電位差の單位を一ボルト(Volt)と云ひ、電流の單位をアンペール(Ampere)と云ふ。

一七三

電池　電氣を應用して日常吾人の享くる利益は殆全く電流によるものにして其熱作用、磁力作用、化學作用等を利用するなり。電流を起す普通の裝置は電池及びダイナモ(第一九七節)にして第一六九節に記せし起電機に於ては其兩極間の電位差は大なれども之より得べき電流小にして工業用に適せず。

電池の最簡單なるは稀硫酸を入れたる硝子器に純粹なる亞鉛板と銅板とを對立せしめたるものなり。



第百四十二圖　千八百年ヴォルタの創製せし電池

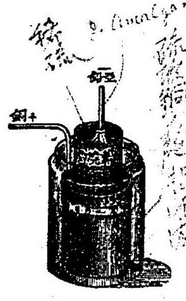
銅極Kは亞鉛極Zに比して電位高きを以て兩極を導線にてつなげば電流は銅より亞鉛に向て流るべし。電池の兩極中電位の高き方を陽極と云ひ低き方を陰極と云ふ。兩極間の電位差は電流が通過せざる時は一定なり、之を電池の動電力と云ふ。又電流の通ずべき路を輪道と云ふ。

電池より電流を得るは其原因極板と液との間の化學作用にあり。然るに上記の電池に於ては之を使用するに從つて化學作用衰へ動電力減少す。之を極板が分極すと云ふ次のブンゼン及びダニエルの電池に於ては此患なし。

一七四

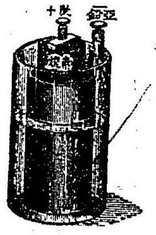
ダニエルの電池　**ブンゼンの電池**　ダニエルの電池は、玻璃又は磁製の外器中に硫酸銅の飽和溶液を盛り其中に圓

筒狀の銅板を置き、之を陽極とす。其中央に素燒の土器に、稀硫酸を盛りたる物を置き、此中に水銀漬にしたる亞鉛棍を入れて、之を陰極とす。水銀漬けとは亞鉛の表面に水銀を塗抹してアマルガムにすることなり。此電池に於ては亞鉛は硫酸に作用せられて、硫酸亞鉛となりて溶解し、遊離したる水素は外器の硫酸銅に觸れて硫酸と銅とを生じ、銅は陽極の表面に附着して、絶えず其面を新鮮ならしむ。此電池に於て、硫酸銅は漸々分解せられて、稀薄となるを以て、豫め外器中に硫酸銅の結晶數塊を入れ置くべし。ダニエル電池の動電力は、一、〇八ボルトなり。



第百四十三圖 ダニエルの電池

ブンゼン電池は、外器に稀硫酸(硫酸一、水十二)を入れ、其中に水銀漬にしたる亞鉛筒を



第百四十四圖 ブンゼンの電池

置きて、之を陰極とす。内器は素燒の土器にして、強硝酸を入れ其中に炭素棍を置きて、之を陽極となす。此電池に於ては、硫酸と亞鉛との間の作用によりて、發生したる水素は内器の硝酸に逢ひて、水及び亞硝酸瓦斯となり、此瓦斯は電池の作用に關係なく、直に大氣中に發散す。此電池の動電力は一、九ボルドなり。

上記二種の外普通に使用せらるゝは重クローム酸電池及びルクランシェの電池なり。重クローム酸電池は、炭素を陽極、亞鉛を陰極とし、液は重クローム酸加里一、硫酸二、を水十に入れたる者を用ふ。其動電力は始は二ボルト以上あれども、漸々分極す。ルクランシェの電池は、鹽化アンモニウムの濃液を用ひ、亞鉛を陰極とし炭素棍を陽極とす。此炭素棍は、分極を防がんが爲に、通常炭素の粒と粒狀の二酸化マンガンを以て充てたる素燒の土器中に立つ、動電力は略一、五ボルトなり。

オームの定律 電池の兩極を導線にて繋き輪道を作るに

此輪道を通ずる電流は場合によりて一樣ならず。獨人オームは電流の強さに就て左の定律を發見せり。

電流の強さは電池の動電力に正比例し輪道の抵抗に逆比例す。

茲に輪道の抵抗と云ふは導線の太さ、品質等に關する者にして電氣を傳導する能不能に基く者なり。今電流の強さをCアンペール動電力をEボルトとせばオームの定律によれば、

$$C=\frac{E}{R},\quad E=CR \cdots\cdots (27)$$

にして、Rを抵抗と名づけ抵抗の單位をオーム(Ohm)と云ふ。導線の抵抗は其形狀、品質に關す。實驗によるに其形狀に關しては左の法則あり。

導線の抵抗は其長さに正比例し斷面積に逆比例す。

一オームとは長さ百〇六・三糎斷面積一平方糎の水銀が零度に於て有する抵抗なり。

下表は諸物質の電流に對する傳導度にして、水銀を一として他物質の傳導度が水銀の幾倍に當るかを示すものなり。即ち銅は水銀より五十五倍容易に電流を通ずる者なり。

	傳導度
水銀	1
洋銀	2.4乃至6.0
鐵	6. 乃至1.0
白金	6.5
銅	55.
銀	59.

一七六　エルステッドの實驗

エルステッドは初めて導線の近傍に磁針を置けば電流の通過する間は磁針は其作用を受けて子午線外に偏せらるゝことを發見せり。磁針の偏倚する方向は次の規則によりて決定し得べし。

右小指を磁針の北極にあて電流が肩より手先に向て流る

る如く導線に沿ふて吾人の腕を延べ普通の螺旋を捻込む如く腕を廻轉せよ北極は小指と同し方向に動くべし。

第百四十五圖　エルステッドの實驗。千八百十六年初めて之を行ふ

一七七　電流の作る磁場

上文の如く電流の爲に磁針の作用せらるゝは電流の流るゝ導線の周圍は一の磁場となるによる。之を驗するには導線を以て厚紙の中央を貫き紙面に鐵粉を撒布し此導線に強き電流を通ずべし。然る時は鐵粉は第百四十六圖に示すが如く圓形をなし導線に近き所に著しく密集するを見るべし。之れにより

第百四十六圖　直線電流の磁場

て長き直線に沿ふて流るゝ電流の作る磁場の指力線は電流に直角なる平面内に於ける圓形なるを知るべし。同様にして導線を曲げて作れる圓環又は導線を卷きて作れる圓筒形のコイルの磁場を檢し得べし。後者に於ては磁氣指力線は圓筒内に於ては殆ど圓筒の軸に並行にして圓筒外にては棒磁石の作るもの(第百三十圖)と同じ。電流の通過するコイルは其磁氣指力線に於て棒磁石と同じきのみならず其磁力作用が全く磁石と異なることなきこと次の實驗の示す所の如し。

第百四十七圖　甲、厚紙に圓環を貫きたる圖　乙、之に電流を通して鐵粉を撒布したる圖

第百四十八圖　圓筒形のコイルの磁氣指力線

(一)磁針の一極にソレノイドを近づくれば或は之を吸引し或は之を反撥す。(二)

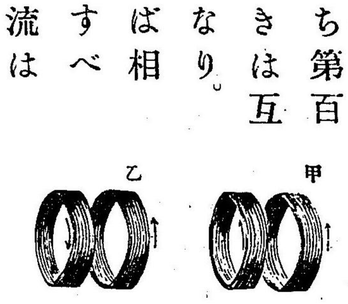
ソレノイドが自由に動き得る樣に裝置し之に棒磁石を近つくれば其爲に或は吸引し或は反撥せらる。(三)若し自由に動き得るコイルを放置すれば地磁氣の作用を受けてコイルの平面は東西(即ち其軸は南北)を指さん。

コイルの何れの端が磁石の何極に相當するかを定むるには左の規則によるを便とす。

右腕をコイル中に挿入したりと假定し電流の導線を通ずる方向が恰も普通の螺旋(コルク拔の如き)を捻込むとき腕を廻轉するのと同じ方向なるときは指頭に當る端は北極なり。

第百四十九圖　ソレノイドの導線の兩端を鉤にし之を水銀を入れたる小皿より吊して自由に動き得る樣にしたるもの

電流相互の作用　磁石とコイルとの間に作用あるが如く二個のコイルの間にも磁力作用あり。即ち第百五十圖甲の如く電流同じ方向に流るゝときは互に吸引す之れ相近き兩端異名の極なればなり。之に反して乙圖の如く電流反對に流るれば相近き端同名の極となるによりて互に排斥すべし。又第百五十一圖に示す如き直線の電流は半徑の甚大なる圓環の一部なれば、之に於ても亦上記の如く電流同方に流るゝとき吸引し反對に流るゝとき排斥す。

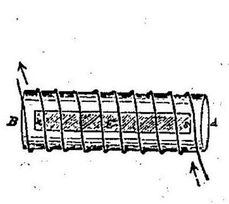


第百五十圖　甲　電流の同方面に流るる二つのコイルは互に吸引す　乙、電流の方向反對なれば排斥す

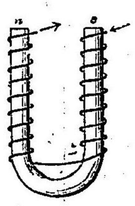
第百五十一圖　甲　二つの直線電流の吸引　乙　排斥

電磁石　コイル內の磁場を強くするには電線の卷き數を多くし強き電流を通すべし。此の如きコイル中に鐵棍を入るれば感應によりて強き磁石となるべし(第百五十二圖)是れ鐵に磁性を與ふる最簡單の方法なり。凡て鐵心の周

圍に導線を卷き、之に電流を通じて強き磁石を得る裝置を電磁石と云ふ。コイルの磁場中に諸種の鐵棒を入れて試驗するに其感應により誘起せられたる磁氣の強さは鐵の品質によりて大に差異あり。即ち軟鐵は磁場内に在る間は甚強き磁石なれども之を引き出せば殆全く磁性を失ひ綱鐵は之に反して磁場内にある時其磁氣軟鐵の如く強からずと雖も一旦磁性を得れば之を磁場外に置きても長く其性を保つなり。綱鐵の此性質を保存性と云ふ。



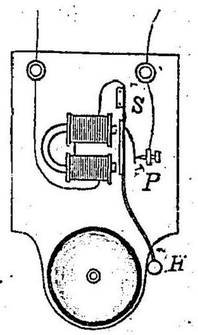
第百五十二圖　電流の通ぜるコイル内に鐵を入れて之に磁性を與ふる裝置



第百五十三圖　電磁石

電鈴　電磁石の鐵心、軟鐵なるときは電流を通すれば磁石となり、之を絶てば磁性を失ふによりて之を利用したる者多し、電鈴及び電信機は其例なり。第百八十圖は電鈴の構造を示す者にして一の電磁石の兩極の前に、バネにて支へられたる軟鐵片あり、其の先に小球Hを附して鎚とす。

又此軟鐵片に他のバネSありて輕くPなる螺旋の尖端に觸る。釦を押して電流を通ずるときは電磁石は忽ち鐵片を吸引して鎚は鈴に一擊を與ふ。然るに之と同時に螺旋PとバネSとの間に接觸絶たるを以て電磁石は磁性を失ひ鐵片は舊位にハネ返る。鐵片舊位に復すれば輪道再び成り、鎚は鈴を擊つなり。此の如くして釦を押す間は鐵片は反覆左右に振動して鈴を連擊す。電鈴には通常ルクランシェの電池を用ふ。

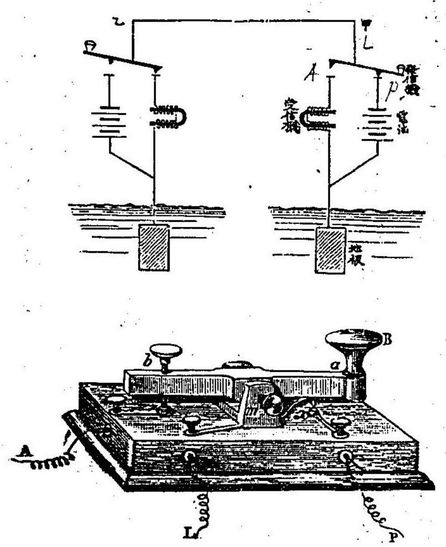


第百五十四圖　電鈴

電信機　電信機は之を三部に區別するを便なりとす、導線、發信機及び受信機之なり。以前は發信、受信兩局を連絡す

るに往復二本の導線を使用せしが其後地球を以て一の導線に代へ得べきことを發見せり。即ち兩局間に一の導線を架し、各局に於て導線の端に大なる銅板を附し深く之を地中に埋むるを以て足れりとす。第百五十五圖は發信機、受信機、電池等の接續を示す者にして第百五十六圖に示すは發信機第百五十七圖は受信機なり。發信機の中央にある金屬の挺子abは、普通バネxの作用によりて(第百五十五圖乙局を見よ)導線と受信機とを連ぬれども若し甲局に於けるが如く其一端を壓すれば導線は受

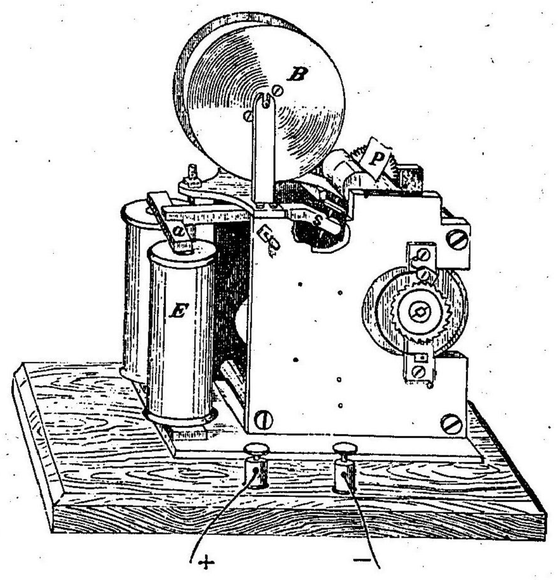
第百五十五圖 電信機の連絡



第百五十六圖 發信機

信機との連絡を絶たれて電池と連絡す。故に電流は導線を經て乙局に至り、乙局の受信機を動かして地中を經て復歸すべし。受信機のEは電磁石、aは一の挺子の端に附したる軟鐵片、sは其他端に附したるペンなり。PはBに卷き付けたる細長き紙にして時計仕掛によりて徐かに引き出さるゝなり。今他局に於て其發信機を壓して電流を送り來れば軟鐵片は電磁石に吸引せられ同時にペンは紙片

第百五十七圖 受信機



に觸れて線を記す。又他局に於て電流を絶てばバネの作用によりて鐵片は電磁石を離れペンも紙面より離るべし。此の如く他局に於て發信機の挺子を上下するに應じて受信機の挺子も亦上下に動き紙面に線又は點を印し以て音信を通ず。

一八二

電流計　電流の磁氣作用に基づきて製作したる電流の強さを測る器械あり之を電流計と稱す。電流計は之を二種に區別することを得べし。第一種に於ては絹卷きの絶縁銅線を以て作れるコイルと其中心に吊せる磁針とよりなる。コイルの平面をして磁針の方向と一致せしめ置きコイルに電流を通ずれは磁針は偏せられてコイルの平面に直角にならんとすべし。吾人は此偏角の大小によりて電流の強さを測るなり。

第百五十八圖　磁針の動く電流計の一種　鏡電流計前後二つのコイルの間に磁針あり

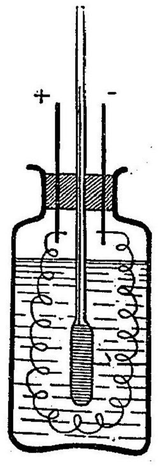
第百五十九圖　動コイル電流計

第二種の電流計に於ては強き蹄鐵形磁石の兩極の間に一のコイルを細き針金にて上下より吊しコイルの平面をして磁氣の指力線と一致せしむ。若しコイルに電流を通ずればコイルは磁氣の指力線に直角とならんとして（第一七七節）コイルを吊せる針金を捩りて多少廻轉す。故に此コイルの偏角の大小により電流の強さを測り得べし。

一八三

ジュールの定律　電流の通ずる輪道の各部は皆必ず熱せら

る〻者なり、而して抵抗大なる所は熱せらるゝこと甚し。第百六十圖に示すは油を入れたる硝子瓶にして之に鋭敏なる寒暖計を挿入し、又成るべく細き白金、又は鐵線を曲げて其中に浸したる者なり。此導線の兩端をブンゼン電池三四個にて作りたる電槽と連絡すれば暫時にして油の溫度の上昇を認むべし。ジュールは之と類似したる裝置により



第百六十圖 ジュールの實驗

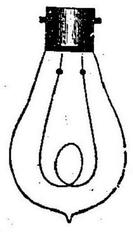
て或は電流の強さを變じ或は導線の抵抗を變じて電流と熱量との間の關係を研究し左の定律を得たり。

輪道の各部に於て一定時間中に發する熱量は其部分の抵抗と電流の強さの二乘との相乘積に正比例す。

電流より起る發熱作用は應用甚多し。例へば醫士が外科手術を行ふときは刀の代りに電流を通じて紅熱したる白金線を用ひて患部を切斷するが如き是なり。最も有益なる應用は電燈なり。

一八四

白熱電氣燈 電燈に二種あり一を白熱燈と云ひ他を弧燈と云ふ。白熱燈は圖に示すが如く硝子球中に兩端に白金線を附したる一本の長き炭素又は他の抵抗の大なる金屬(タングステン、オスミューム等)の線を封入し球内の空氣を排除したるものなり。之に電流を通ずれば甚しく熱せられ光を放つなり。球内を眞空にする理由は空氣中に於て線を熱すれば酸素に觸れ速に酸化消失するを以てなり。此電燈の普通使用する者は發電所に於てダイナモを廻轉して電流を供給すれども醫士が口、耳又は膀胱の内部等を照すに使用する者は硝子球の大さ豌豆程にして之に電流を送るに

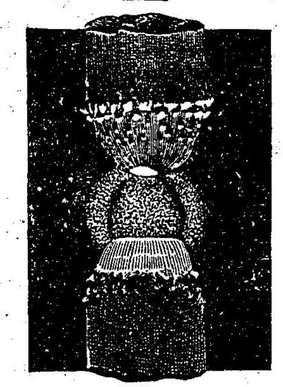


第百六十一圖

は普通の電池にて足れり。

一八五

弧燈　弧燈は白熱燈より以前に發明せられたる者にして二本の炭素棒を相接せしめ之に強き電流を通ずれば此接觸部の抵抗殊に大なるを以て非常に熱せられ其後少しく之を離すときは火花は此間隙を飛んで電流を通じ炭素棒の兩端は二千度以上に熱せられ弧狀の光を放つ故に之を弧燈と云ふ。第百六十二圖に示すは炭素棒の發光部に近く一の凸レンズを置きて障子の上に其實像を投影したる者なり。陽極と連絡せる端は凹形にして陰極と連絡せる凸形の者よりは其光輝強し。弧燈の炭素棒は漸次消耗し就中陽極の端は陰極の端より二倍速かに消耗



第百六十二圖　弧燈の發光部

するが故に此間隔を一樣に保ちて光輝の變化なからしむるの必要あり。其方法は種々あれども普通は電磁石の作用によりて一定の距離を保たしむるなり。弧燈を點火するにはダイナモより電流を供給するなり。

第百十八圖の幻燈に此裝置あり

一八六

熱電流　抵抗小にして且つ鋭敏なる電流計の兩端より銅線を出し之に鐵線を蠟づけにし其繼ぎ目の一を氷にて冷し他を熱するときは電流計は電流の通過せることを示す。而して其電流の方向は熱せられたる繼ぎ目に於て銅より鐵に向ふ、此の如く異質の金屬の繼ぎ目が異りたる溫度に保たれたる間、流るゝ所の電流を熱電流と云ふ。

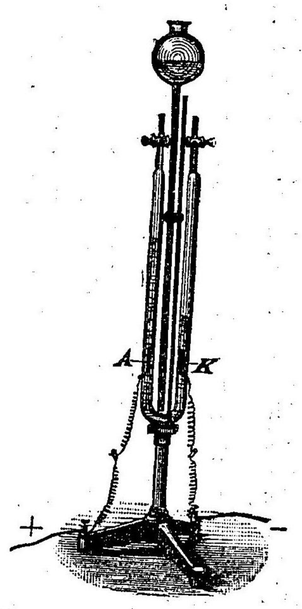
熱電流を利用して溫度を測ることを得べし。1000°以上の高溫度を測るに用ひらるゝ高溫計（ピロメートル）には白金ロヂューム（ロヂューム）の合金の針金を蠟付けしたる者を用ふ。

一八七

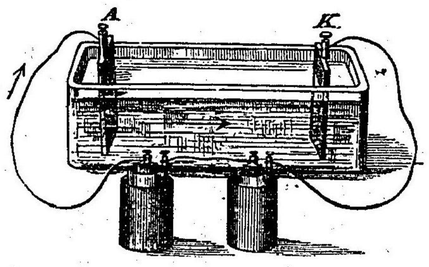
電氣分解　諸種の酸類及び鹽類の溶液等所謂電解物に電

流を通ずれば化學作用を起して之を二成分に分解せしむ之を電氣分解或は電解と稱す。電氣分解を行ふには第百六十三圖又は第百六十四圖に示すが如き裝置を用ふ。AKは二枚の金屬の板にして之を電氣分解器の極と云ひ其電池の陽極に近き方を陽極(アノード)と云ひ他を陰極(カソード)と名づく。

今の學者の一般に信ずる所によれば酸又は鹽を水(又は或種の液)中に溶解すれ



第百六十三圖 發生物が氣體なるときの電氣分解器



第百六十四圖 固體が電極に附着するときの電氣分解器

ば水は此等の物質の分子の或者を陽イオン及び陰イオンと稱する二つの部分に分解する奇性を有す。此作用を電離と云ふ。溶液中にある物質のイオンに分解せられたる分子の數と分解せられざる分子の數との割合は其溫度及び其液の濃度等に關す。而して陰イオンは陰電氣を帶びし陽イオンは陽電氣を帶ぶ。故に此溶液中に電流を導くときは陰イオンは之に作用せられて液體中を通じて陽極の方に進行し陽イオンは陰極の方に進行し夫々の極に到着すれば其帶べる電氣は極のと中和して之を失ふ。イオンによりては其帶べる電氣を失へば其儘にては存在し得られず更に他の物質と化學作用を爲すものあり。

鹽酸 HCl の水溶液に於ては陰イオンは Cl にして陽イオンは H なり。硫酸 H_2SO_4 にては陰イオンは SO_4 にして陽イ

オンはHなり。前の場合には電氣分解によりてOとHとが發生すれど後の場合にはSO_4が其儘にては存在し得られずして更に化學作用を爲す。即ち若し陽極板が銅なれば之に作用して硫酸銅$CuSO_4$を作り若し極板が白金にて之に作用すること能はざれば溶液の水に作用して酸素を遊離して硫酸を作り陽極よりは酸素、陰極よりは水素を發生す。

一八八

ファラデーの定律　英人ファラデーは大に電氣分解に就て研究せしが次の二定律を發見せり。

第一、電流により分解せらるゝ一定物質の量は之を通過せし電氣の總量に正比例す。

第二、同一の電流によりて分解せらるゝ諸物質の量は電氣の總量は電流の强さと時間との相乘積にて測る。

各物質特有の電解當量と名づくる數に比例す。元素下に諸物質の電解當量を掲ぐ。

水素	1.0
酸素	8.0
鹽素	35.4
銀	107.9
銅	31.8
水	9.0
硫酸	49.0
硫酸銅	79.8

一八九

に於ては電解當量は原子量を原子價にて除したるものなり。

例へば或る電流にて硫酸49瓦を電解して水素1瓦を得るとき其陰イオンSO_4は48瓦にして之が銅極に作用すれば其31.8瓦を取りて硫酸銅79.8瓦を作るべく若し極板が白金なる爲に水に作用するときは水9瓦よりHイオン1瓦を取りて8瓦の酸素を遊離すべし。若し又此電流を鹽酸に通じて水素一瓦を得る時には發生する鹽素の量は正に35.4瓦なり。

ボルタ計　ファラデーの第一則によりて電氣分解によりて發生せる物質の量を測定し之によりて電流の强さを測定することを得べし。此目的に使用する器械をボルタ計と云ふ第百六十三圖第百六十四圖に示せしもの之なり。ボ

ルタ計は使用に便なるに於ては電流計に若かず。

一アンペールと名づけたる電流の單位は毎秒〇・〇〇一一一八瓦の銀を析出するものを云ふ。

一九〇 分極 白金板を兩極として稀硫酸を電氣分解するとき其輪道中に電流計を入れて驗するに分解進むに從て漸々電流の衰ふるを見ん。又輪道中より電池を取り去りて分解器の兩極を直ちに電流計につなぎて檢査するに以前と反對の電流ありて分解器は今迄使用せし電池に反對する一の電池の如く働くを見ん。之れ白金極の上に蝟集するイオンの作用にして之を分極作用と云ふ。第一七三節に述べたる電池の分極も同じ作用にして極板の上にイオンが附着して之が爲に化學作用衰ふるなり。

上記の例に於ては分極したる兩白金極の間の電位差は約

二ボルトなり。故に硫酸の電氣分解を長く續けんと欲せばダニエル電池ならば三個以上を要す。

一九一 蓄電池 前節の分極作用を利用せし電池あり之を蓄電池と稱す。其構造は稀硫酸中に鉛板と二酸化鉛にて覆はれたる鉛板とを對立したる者なり。此電池の兩極を導線にてつなげば稀硫酸中の陰イオンSO_4は鉛板に作用して$PbSO_4$を作り之に陰電氣を與へ陽イオンHは次式に示す如く、二酸化鉛に作用して

$$+\ PbO_2+2H+H_2SO_4=PbSO_4+2H_2O$$

之に陽電氣を與ふ。故に此電池にては鉛板は陰極、二酸化鉛は陽極にして之を使用すれば兩極共に$PbSO_4$となり液は漸々稀薄となるべし。

兩極間の電位差減じたるとき即ち放電したるとき以前と

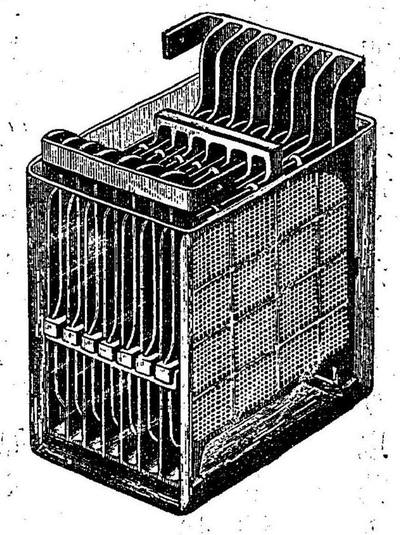
反對の方向に外部より電流を送れば此電流の爲に稀硫酸中の陰イオンSO_4は陽極に向て進行し陽イオンHは陰極に到り、ともに$PbSO_4$に作用して

$$+\ PbSO_4+SO_4+2H_2O=PbO_2+2H_2SO_4$$

$$-\ PbSO_4+2H=Pb+H_2SO_4$$

極板を以前の有樣に復せしむ、之を蓄電すと云ふ、而して此際液の濃度は著しく增大す。第百六十五圖は現時盛に使用せらるゝ蓄電池の外觀を示すものなり之に蓄電するには通常ダイナモを用ふ又其動電力は二、〇四ボルトなり。

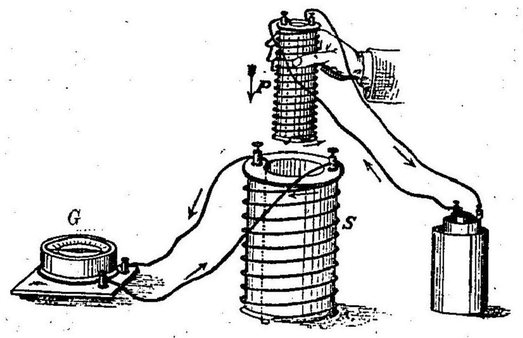
第百六十五圖



電鍍術　電氣分解の工業上に應用せらるゝ者甚多し電鍍術は其一なり。電鍍術とは電氣分解によりて鍍金する方法にして之を行ふには先づ其物體の表面を磨き苛性曹達及び稀硝酸にて洗ひ最後に清水を以て能く之を洗滌すべし。之れ表面清淨ならざれば斑紋を生ずるを以てなり。既に洗滌し終らば之を鍍金せんと欲する金屬鹽の溶液中に浸して、之を陰極となし陽極には鍍せんと欲する金屬板を用ふ。銅を鍍するには硫酸銅の水溶液を用ひ銀を鍍するには青化銀二、青化加里二を水二百五十に溶解したる者を用ひ、黃金を鍍するには鹽化金一、青化加里十を水二百に溶解したる者を用ふ。電鍍術を行ふには通常ダニエル又はブンゼン電池を用ひ規模大なるときは蓄電池又はダイナモを用ふ。

感應電流　第百六十六圖のPSは二個のコイルにしてP

は之を電池に連絡しSは之を電流計Gと連絡せしめたり。今Pを手にし急に之をSに近づけ又は之をS中に挿入するときは電流計の磁針は突然一方に偏してSの輪道に電流の通ぜるとを示すべし。然れども此電流は唯一瞬時にして止むを以て電流計の指針は須臾にして舊位に復す。次にPを急速にSより遠ざくるときは電流計の磁針は突然他の方向に偏し須臾にして再び舊位に復し以前と反對の方向に流るゝ瞬間の電流あるとを示さん。是れファラデーの發見する所にしてS中に起る電流を感應電流と云ひPを第一コイルSを第二コイルと云ふ。



第百六十六圖　感應電流の實驗、P第一コイル、S第二コイル、G電流計

感應電流の方向を檢査するに二つのコイルが相近づくとき反對の方向に流れ相遠ざかるとき同方向に流る。

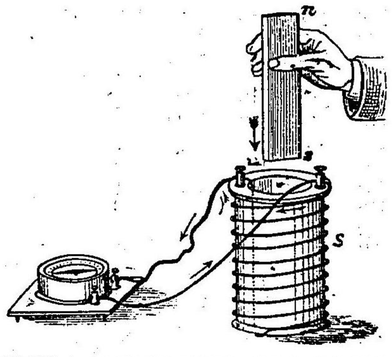
一九四　レンツの定律　嘗て(第一七八節)に於て說明せし如く反對の方向に流るゝ電流は互に相排斥し同方向に流るゝ電流は互に相吸引する者なり。之によりて吾人は感應作用によりて起る電流の方向は相互の運動を妨ぐるが如き者なり。

と云ふを得べし。之をレンツの定律と云ふ

一九五　感應電流を起す方法　感應電流を起すには(一)上記の如く二個のコイルの間の距離を變ずる代りに(二)第一コイルを第二コイル中に挿入したる儘第一コイルの電流を斷續せしむるも同一の結果を得べし、卽ち電流を通ずれば第二コイルに反對の電流起り第一コイルの電流を絕てば同方向

の電流を起すなり。而して此際第一コイル中に軟鐵心を挿入し置けば感應電流甚強し。尚一法は(三)コイルと磁石とは全く同一の作用をなす者なれば磁石をコイルS中に挿入し或は之より拔出してSに感應電流を起さしむることを得べし

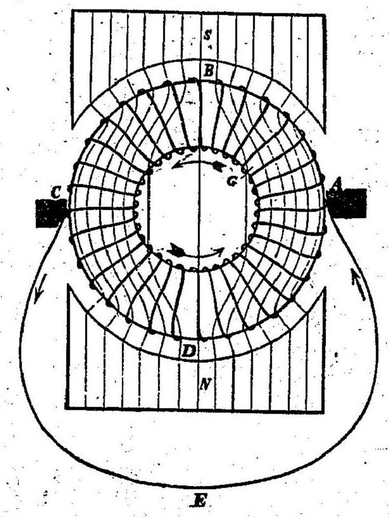
第百六十七圖 コイル中に磁石を拔き挿して感應電流を起す。



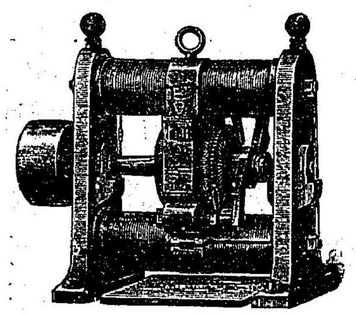
一九六 感應電流の動電力 上文記す所を約言すれば玆に一の輪道ありて其輪道の在る所の磁場に變動を與ふれば此輪道に動電力を生じ電流を起すなり。此感應電流の動電力を強大にせんと欲せば磁場の變化を成るべく急激ならしむるを良とす。此變化十分に急速なれば強大なる動電力を誘起すること甚容易なり。

一九七 ダイナモ ダイナモは磁場内に於てコイルを廻轉し感應作用によりて強き電流を得る機械にして工業上甚有益の者なり。其種類甚多しと雖も今玆には佛人グラムの創作せしダイナモの要點を說明すべし。第百六十八圖のNSは場磁石と稱する強き電磁石の兩極にして、Gは軟鐵板を重ねて造りたる圓環の上にコイルを捲きたる者なり、之をグラム環と云ふ。磁氣指力線は成るべく鐵中を通過せんとする者なれば場磁石の作る指力線は圖中細線を以て示すが如くなるべし。故に今グラム環を、矢の方向に廻轉すれば

第百六十八圖 グラム環



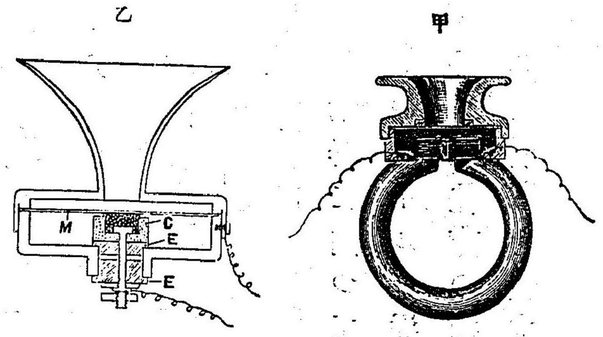
コイル導線中、AC部は運動するも磁場に變化なき故に此部分には動電力なけれども、其他の部分には皆感應電流を生ず。B、D部は最も大なり。而して其方向はレンツの定律に照して考ふるに矢を以て示すが如く、Bに於てもDに於ても共にAよりCに向ふを以て別に導線Eを置き常にAC兩點に於てコイルに接觸せしむればコイルに起る電流を外に導き得べし。



第百六十九圖 グラムのダイナモ

而して此の電流の多分は電燈に點火する等に利用し、一分は之を場磁石のコイルに送りて強き磁場を造らしむるに用ふ。此の如くすれば始め電磁石は甚微弱なるべきもグラム環の廻轉に從ひ磁場強くなり強き電流を得べし。

電話機 第百七十圖甲は電話機の受話器にして乙は送話器なり。送話器のMは炭素製の薄き圓板にして其周圍に於て固定せられたり。Cは同じく炭素製の盃の如き者にて其中に炭素の小粒を入れたり。此小粒はMと輕く接觸す。Eは絶縁體にして他は皆金屬なり。圖の如く導線を附し之を電池及び受話器より成る一の輪道中に入れ喇叭口に向つて言語を發すれば空氣の振動は炭素板Mを動かしMと炭素粒との間の接觸を變し此所の抵抗に變化を生じ電流も亦之に應じて變化す。受話器の圓形に彎曲したる

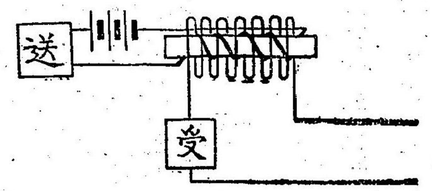


第百七十圖 甲 受話器 乙 送話器

部分は強き永久磁石にして其兩極に軟鐵片をつけ其上に小なるコイルを卷き其前に圓き鐵板を固定す。

電話機の連絡は第百九十九圖に示すが如くにして直接に送話器と受話器とを連結せず各通信者の所に於て送話器と電池と一のコイルとにて小輪道を作り此コイルの外側に捲き付けたる他のコイルと受話器とを導線にて互に連絡するなり。一方の通信者が送話器に向つて言語を發したる爲めに變化する電流が內側のコイルを通ずれば外側のコイルに感應電流を起す。後者は他方の通信者の受話器を通じて其鐵板を振動せしめて音聲を發するなり。

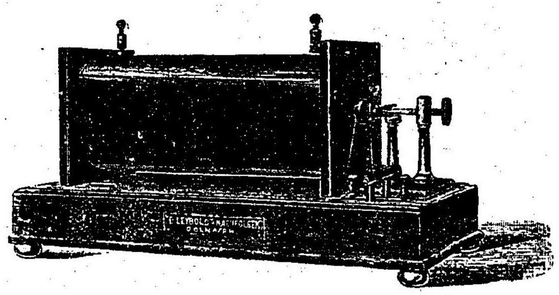
第百七十一圖 電話機の連絡



一九九 感應コイル

相互感應によりて第二コイル中に起る動電力は甚強大ならしむることを得べし。感應コイルは此理を應用したるものなり(第百七十二圖)第一コイルは稍太き絕緣したる銅線を捲きたる者にて其中に軟鐵線を束ねて作りたる心を挿入す、第二コイルは第一コイルの外にありて甚細き絕緣銅線を數千回捲きて作れる者なり。此器の大なる者に至りては此銅線の長幾千尺に及ぶ者あり。又第一コイルに電流を送るには數個のブンゼン電池又は蓄電池を用ひ電流を斷續するには電鈴の鎚と同じ裝置による。

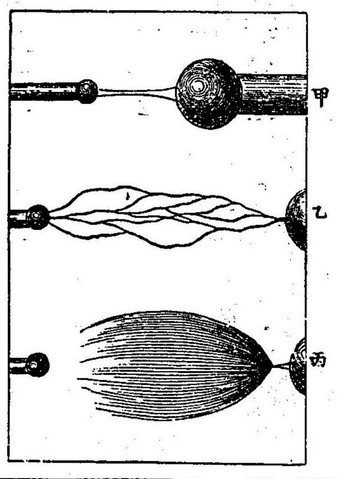
第百七十二圖 感應コイル



此感應器は強大の動電力を生じ第二コイルの導線の端を接近すれば起電機と同じく空氣中に於て火花を發す其長十糎以上に及ぶ者あり。又導線の兩端に觸るれば著しき痙攣を感じ頗る危險なり。

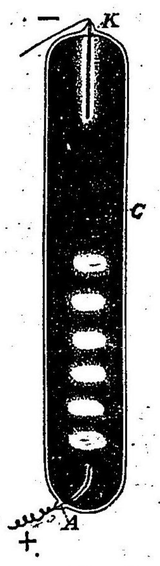
一〇〇 電氣火花 感應器又は起電機によりて得らるべき空氣中に於ける電氣火花には種々の形あり甲は短かき火花にして直線をなし乙は長き火花にして甚屈曲し又は數條に分岐し爆音之に伴ふ電光は此種の火花なり。丙は相對する導體の一が鋭き尖端をなすとき生ずる者にして靜に刷毛の如き形狀をなす者なり。

第百七十三圖



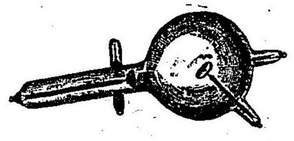
一〇一 眞空管 電氣火花は通常の空氣中よりは稀薄なる氣體中を通ずること容易なり。第百七十四圖に示すは長一尺許の硝子管にして其兩端に極を附し管中に氣體を入れ水銀空氣ポンプを以て其多分を抽出して唯少量を殘し密閉せる者なり。之に電流を通ずれば極の間に弱き光を放つ所の明暗相隔てゝ鱗を列したるが如き者を現出す。分光器を以て此の光を驗すれば、其氣體特有のスペクトルを現す。是れ氣體のスペクトルを研究する、常用の方法にして此眞空管をガイスレル管と稱す。上記鱗狀の光は氣體の密度減ずるに從ひ、漸々其間隔を大にし終には管中暗黑となり、唯陰極に對する硝子管の內側に綠色又は青色の螢光を發するのみ、此有樣に達せし眞空管をクルックス管

第百七十四圖 ガイスレル管



と云ふ。

陰極線　眞空管中に於ける放電は近世學者の大に研究せし所にして之によりて物質の組織に關する舊來の考を殆其根柢より一變せり。即ち物質は分子より成り分子は諸種の元素の原子より成るものにして原子は全く不可割のものと考へられたりしが今日は原子は更に電氣を帶びたる極微細なる電子と名づくるものより成れりと信ぜらるゝに至れり。



第百七十五圖　クルックス管

クルックス管の陰極に對する硝子壁の螢光を放つは陰極より陰電氣を帶びたる電子が大速度を以て射出せられ其硝子壁に衝突するに當りてエーテルを攪亂して螢光を放たしむるなり。此の如き陰極より射出せらるゝ電子群を

初生兒のエックス寫眞圖

陰極線と稱す。陰極線は大速度を有するを以て若し輕き風車の如き者を眞空管内に置き其翼に向て陰極線を投ずれば車は廻轉すべし。又陰極線は陰電氣を帶ぶる微粒の行列なるによりて眞空管の近傍に磁石を置けば恰も電流の如く之に作用せられて陰極線は其進行の方向を變じ硝子壁の螢光を發する場所は其位置を變ずべし。

エックス線　獨人レントゲンは(千八百九十五年)クルックス管の螢光を放つ硝子壁より一種の放射線が空氣中に射出せらるゝを發見せり、之をエックス線と稱す。エックス線は陰極線が物體に衝突するとき之が爲にエーテル中に起されたる一種の脈動なりと云ふ。

エックス線の性質は(一)青化白金バリューム等の如き螢光體に逢へば之をして螢光を發せしめ(二)寫眞板に當れば普

通の光の如く之に作用し(三)普通の光に對しては不透明なる物質をも能く通過し(四)又氣體に電氣の傳導性を與ふること等なり。エックス線に對する不透明の度は其物質の密度と共に增大す、卽ち木竹等は金屬硝子等よりは遙かに透明にして動物の骨は筋肉に比して著しく不透明なり。レントゲンは之によりて能く動物體の骨格を外より寫眞することを得たり。其方法は寫眞用乾板を黑色の紙にて包み光に觸れざる樣にし此乾板とクルックス管との間に動物體を置きてエックス線を投射すれば骨格のある所は恰も蔭影を生ずるを以て乾板に感ぜず。故に十數分間の後種板を現像すれば骨格の形を知ることを得べし。圖に示すは畸形初生兒の寫眞にして之によりて其右側の肋骨が著しく壓迫せられ其一は既に折れ居ることを見得べし。

氣體は眞空管內に於けるが如き甚稀薄なる狀態に於ては能く電氣を導けども普通の狀態にては電氣の不導體なり。然るに普通の狀態に於ける氣體にても之にエックス線を投射すれば電氣の導體となるなり。金箔驗電器に電氣をかけ置き之にエックス線を投すれば金箔の速かに閉合するを見るべし。

二〇四

氣體の電離　**放射體**　エックス線が氣體に傳導性を附與するは氣體を電離して其中に多くの電子を作るによる者にして其傳導の模樣は電解物中に於てイオンによりてするものに似たり。氣體に此性質を與ふるはエックス線のみに限らず、菫外線を投射すること、高溫度に熱すること等も亦其方法なり。佛人ベッケレル及びキュリー其他の學者は電子を放射す

る數多の物質を發見せり。ウラニューム、トリューム、ポロニューム、ラヂュム等之なり。此等の放射體は其放射線の爲に其周圍は電氣の導體となり又寫眞板に作用し螢光を起す。此放射線には三種ありて之をアルファ線ベタ線ガンマ線と名づく。アルファ線は陽電氣を帶びたる微粒なりベタ線は陰極線と同じ此兩者は共に磁石に作用せらる。ガンマ線はエックス線と同じ。

電氣振動　電氣を帶びたるA B二つの導體が火花を放ちて放電する時A Bの電位は直に同一の價に歸することゝ然らざることゝあり。後の場合に於て最初にAが陽電氣Bか陰氣を帶びたりとせば唯一の放電火花と見ゆる者も實は多數の放電火花の連續にして第一の火花によりてA Bの電氣は直に中和せず中和の有樣を過ぎAは陰電氣Bは陽電氣を帶び第二の火花にても亦中和の有樣を過ぎてAは再び陽となりBは陰となり此の如く數回反復して次第に弱まりて終に中和するなり。卽ち此放電は振動的なり之を電氣振動と云ふ。振動の週期は通常極めて短かく多くは一秒時の數十百萬分の一なり。

放電が此く振動的なる時は導體の電位が振動的に變化するを以て其周圍の電場の强さも亦振動的に變化し、又兩體間に流るゝ電流も振動的に變化するを以て其周圍の磁場も振動的に變化す。此電場及び磁場の變化は放電の場所を中心として四方に波及すること恰も發音體の振動によりて空中に音波の起るが如し之を電磁氣波と稱す。

電磁氣波を傳ふる者はエーテルにして其傳播の速度は光の速度に等し。ヘルツは實驗によりて電磁氣波は光及び

其他の輻射線と同じく反射、屈折、干渉、偏りを爲すことを證せり。唯其異なる所は波長が比較的に長きのみ。

二〇六　**無線電信**　無線電信は普通の電信の如く互に通信すべき兩局の間に電線を架設することなく電磁氣波によりて信號を交換する方法なり。送信器は強大なる電氣火花を發する電磁氣波を生ずる裝置にして受信器は驗波器と名づくる電磁氣波に感ずる器械より成る。

第九編

エネルギー

二〇七　**運動のエネルギー**　凡そ仕事を爲し得べき能力をエネルギーと名づく。飛行する彈丸は其運動しつゝあると云ふ事の爲めに仕事を爲す能力卽ちエネルギーを有す。今若し其質量をm、速度をvとし此彈丸が壁に衝突して其中に入ることとsなりとせんに彈丸は障壁の抵抗力fに對して入り込みfsの仕事を爲し得べし。而して此仕事の量は第七五節に於ける計算によりて$\frac{1}{2}mv^2$に等しきを知る。之を以て吾人は此彈丸は$\frac{1}{2}mv$のエネルギーを有すと云ふ。同樣にして廻轉する物體も亦其廻轉しつゝあると云ふ事

の爲めにエネルギーを有す。例へば一の車輪の如き者が水平の軸を廻りて廻轉しつゝあるとき其軸に絲を卷き付け絲端に重物を吊さば重力に抗して若干の距離鉛直に引揚けらるべし。即ち廻轉する車輪は仕事を爲す能力を有するなり。此の如き物體が運動しつゝあるが爲めに有するエネルギーを運動のエネルギーと稱す。廻轉體の運動のエネルギーは廻轉速度の二乘に正比例す。

二〇八

位置のエネルギー。 靜止する物體が其占むる位置の爲めにエネルギーを有することあり、之を位置のエネルギーと稱す。凡そ互に相反撥する物體が相遠ざかり得べき位置にあるとき或は相牽引する物體が相近づき得る位置にあるときは此等の物體は位置のエネルギーを有す。同名の極を近づけたる二個の磁石の如きは前者の例にして高

所にある物體の如きは後者の例なり。

位置のエネルギーの量は現在の位置より其相遠ざかり或は相近づき能はざる終極の位置に達する迄に爲し得る仕事の量にて之を計る。例へば地面上hの高所にある物體の質量mなれば此物體が地上に達する迄に爲し得る仕事の量は$mg \times h$なるによりmghを以て其位置のエネルギーの量とす。

二〇九

エネルギーの單位は仕事と同じ單位を用ふ。

エネルギーの種類 飛行する彈丸の有する運動のエネルギー、高所にある物體の有する位置のエネルギーの如き種類のものを機械的エネルギーと稱す。エネルギーは此他に其種類甚多し。弓に矢を番ひて引き絞りたる時には弓は彈性的位置のエネルギーを有し相吸引或は反撥する磁

石又は帶電體は磁氣的又は電氣的位置のエネルギーを有す。又後文に説明する如く熱は物體分子の運動のエネルギーにして分子的位置のエネルギーは氣化又は液化の潛熱に其例を得べし。音及光は是れ彈性ある媒質の波動的エネルギーなり。此他尙化學的エネルギーあり。エネルギーは種々の物體間に授受せられて其形態を變ずるものなり。例へば弓に矢を番ひて引き絞るとき吾人はエネルギーを費して仕事を爲し弓に位置のエネルギーを附與したり。矢を放つ時は矢は此エネルギーを弓より受けて運動のエネルギーと爲し之れあるが爲に的に中りたる時仕事を爲して的の中に進入す。而して此時矢のエネルギーは一部分は音のエネルギーとなりて空氣中に音波を起し一部は熱なるエネルギーとなる。之を要するに種

550呎封度
80封　1呎

々の物理的現象はエネルギーの授受變態に伴ふものにして物理學の大部分はエネルギーに關するものなりと云ひ得べし。

動力機關　工率　種々のエネルギーを變形して機械的エネルギーとなし以て仕事を爲さしむる爲に作られたる裝置を動力機關と云ふ。風車、水車、蒸氣機關、瓦斯機關、電氣發動機等之れなり。

此等の裝置は同一の仕事を爲し遂ぐる時間に長短あり換言すれば同一時間中に爲し得る仕事の量に大小あり。單位時間中に爲し得る仕事を其工率と云ふ工率の常用單位は馬力なり。

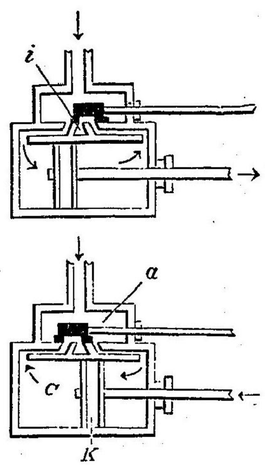
一馬力は毎秒五百五十(呎、磅)の仕事を爲すものなり。卽ち一秒時毎に五百五十磅の重物を一呎揚げ得るものなり。

三二

蒸氣機關　蒸氣機關は水蒸氣の彈力を利用して熱を變じて機械的エネルギーに變ぜしむるの裝置なり。堅固なる蒸氣罐に於て盛に水蒸氣を發生せしめ、之を活塞Kを供へたる圓筒C中に送り、其彈力によりて活塞を動かし、以て車輪を廻轉せしめ、種々の仕事をなさしむ。創めて蒸氣機關を製作せしは西曆千七百年頃にして其後殆ど百年を經てワット出でゝ大に之を改良せり。其改良の重要なる點は、複働機關となしたることゝ、凝結器を設けたることゝに在り。複働機關とは、水蒸氣を圓筒内に送りて、活塞を進退せしむるに當り、之を上ぐるには下より水蒸氣を送り之を下ぐるには上より水蒸氣を送りて、活塞の進退共に仕事を爲す者を云ふなり。此目的を達する爲には、汽罐より來る水蒸氣をして、先づ圓筒の傍にある配分器aに入らしむ。配

分器中には滑り瓣と稱する恰も蓋の如き瓣ありて活塞が圓筒の右端に達せんとする時は水蒸氣を圓筒の右方に送りて之を左に押し圓筒の左方の水蒸氣は孔iを通りて凝結器中に逐出せらる、又活塞圓筒の左端に近づく時は、此瓣滑りて水蒸氣は圓筒の左に入りて之を右に押し圓筒の右方の水蒸氣は孔iを通りて逐出せらる。此瓣は數條の桿によりて車輪と連絡せられ、活塞の進退に伴ひ配分器中に於て運動するなり。

凝結器は、圓筒より驅逐せられたる水蒸氣を、直に大氣中に噴出せしめずして、水槽より噴出する冷水に觸れしむる裝置なり。斯くすれば水蒸氣は、忽ち凝結して水となり、之と



第一七六圖
蒸氣機關の要部C圓筒K活塞滑り瓣

連絡する圓筒の一方は其壓力大に減ずるにより、他方に進入し來れる水蒸氣は、全力を盡して、活塞を動かし得るの利あるなり。凝結器中に集る水は、溫暖なるを以て、小なるポンプを用ひて、之を氣罐中に送る。次にある圖は發電所の内部にして横臥せる蒸氣機關ありて之によりてダイナモを廻轉し電流を起しつゝある所なり。

二三

瓦斯機關　瓦斯機關とは、石炭瓦斯と空氣との混合物を、活塞を供へたる圓筒内に導き、之に點火して爆發せしめ、以て活塞を動かし仕事をなさしむる者なり。此機關は汽罐を要せず甚簡便なるを以て、近時盛に世に行はる。

此機關の動作は、複働蒸氣機關の如く、活塞の兩側に於て瓦斯を爆發せしむるに非ずして、唯一方に於てするのみ。今其順序を述ぶれば(一)先づ活塞を抽出して、瓦斯を圓筒内に吸入し(二)次に瓦斯の供給を絶ちて、活塞を圓筒内に壓入して、瓦斯を壓縮し(三)之に於て瓦斯は火炎に觸れて爆發し活塞押出さる(四)次に活塞を押し入れて燃燒したる瓦斯を圓筒外に驅逐するなり。

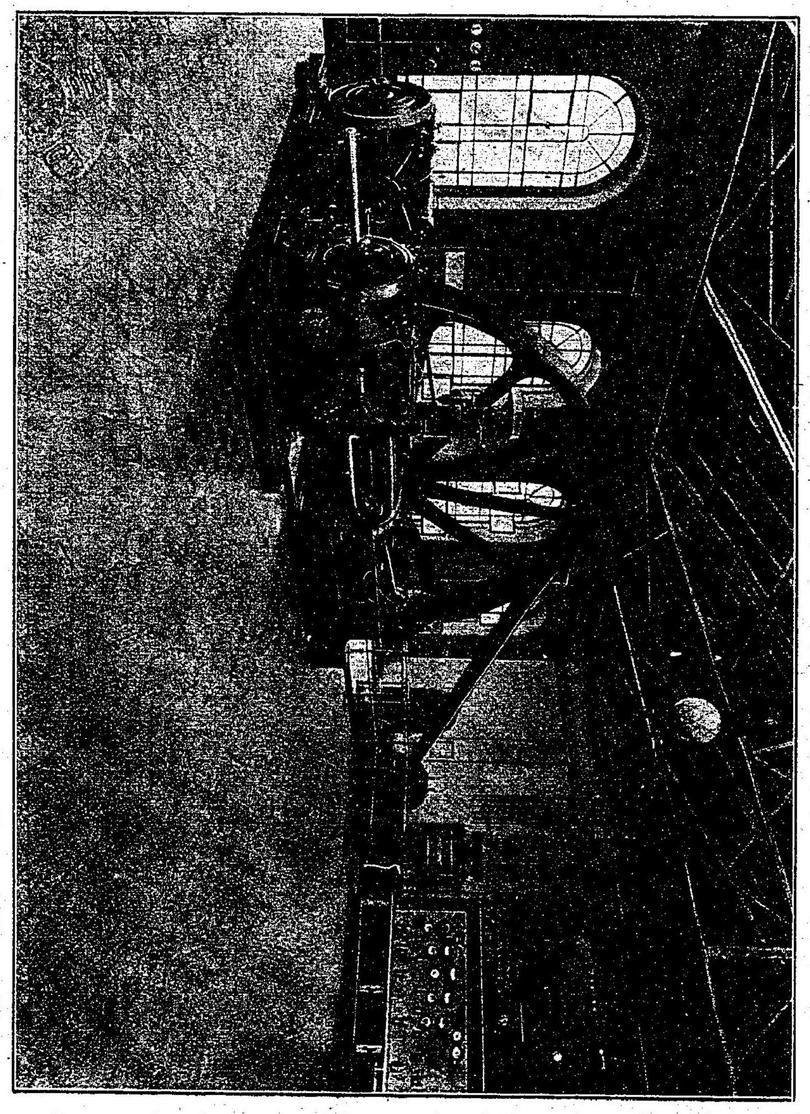
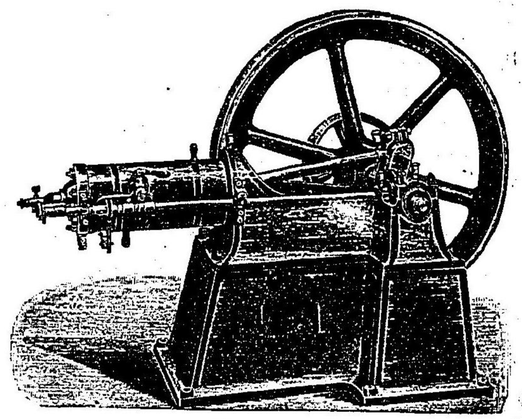


圖9　部内の所電發

此四段の働作中瓦斯が實に仕事をなして機關を廻轉するは唯第三段の時のみにして他の時は、フライ、ホイールの勢によりて活塞を進退せしむるなり。此機械に於て直に瓦斯に點火せずして一旦壓搾する所以は斯すれば爆發餘り急激とならざるに、よる。石油發動機も同樣の器械にして石炭瓦斯の代りに揮發油の蒸氣を用ふるものなり。飛行機及び自動車は石油發動機を以て動力と爲す。



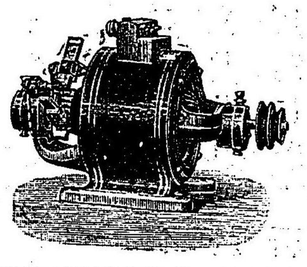
第百七十七圖

二三 電氣發動機

電氣發動機は電流より機械的エネルギーを得る裝置にして其構造は略ダイナモと異なる所なし。ダイナモに於ては強き磁場中に於てグラム環を廻轉して電流を得たり。之と反對に若し吾

人がグラム環に外より電流を通ずれば其コイルと磁場との間の磁力作用によりてグラム環は廻轉すべし。故に其心軸に車をつけ調革を以て其廻轉運動を他方に傳へて種々の目的に使用し得べし。電氣鐵道は此の如き電氣發動機によりて運轉するなり。

第一七八圖



二四　熱の仕事當量

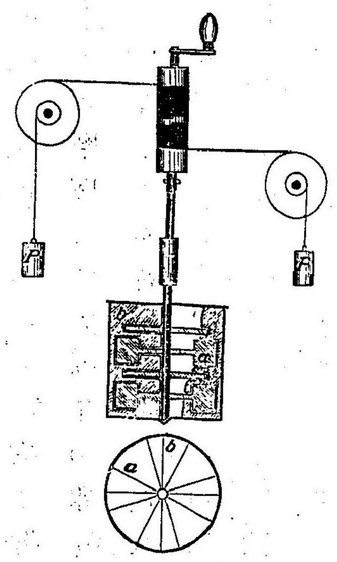
昔時は、熱は熱素と稱する一種の物質にして、物體の溫暖なるは、熱素を含有するによるとの說一般に學者に信ぜられ、物を熱するとは卽熱素を注入するの謂にして、鎚擊、摩擦等によりて熱を發するは、恰も水を含みたる海綿を絞りて、水を出すが如く、物體中に竄入せる熱素の逐出せるゝによると、想像せられたり。英人ルムフォルド伯は製砲に從事せしが、水中に黃銅の砲身を入れ、之に穴を穿つに二時間半にして錐と砲身との摩擦は、廿六磅半の水を0°より100°に熱するに足る熱を起すことを經驗せり。斯く摩擦を繼續する間は、熱の放出せらるゝこと、限なきを以て熱の物質に非ざることに心付き、之を世に公にせり。爾後學者の研究を積み、終に今より殆五十年前、獨人マイエルは熱は、一種の分子エネルギーなることを確認し、鎚擊、摩擦等に於ては機械的エネルギーが熱に變形し蒸氣機關に於ては熱が機械的エネルギーに變ずることを知り熱量に相當する機械的エネルギーの量を算定せり。其結果は充分精確なる者に非らざりしが、爾後英人ジュールは精密なる實驗を重ね種々の異なりたる方法を用ひて、熱量に相當するエネルギーの量を測定せり。其成績によれば、一カロリー

の熱量は大凡〇、四二五キログラムメートルのエネルギーに相當するなり。換言すれば重さ四百廿五瓦の物體を、一米の高さより落し、其の地面に衝突する瞬間に物體の有するエネルギーが悉く熱に變ずるものとせば其熱は以て一瓦の水を溫度一度だけ溫むることを得べきなり。單位熱量に相當する仕事の量をジュールの熱の仕事當量と云ふ。

二一五　ジュールの實驗

方法を略述せんに、其裝置は第百七十九圖に示したる如く、容器中に充したる水を、aなる翼を供へたる攪動器を以て攪拌し、水と翼との摩擦によりて熱を

第百七十九圖　ジュールの實驗



起さしめ、寒暖計を以て溫度の上昇を測り、以て發生したる熱量の幾カロリーなるかを定む。又攪動器を廻轉せしむるには、pなる分銅の落下による。此の如くすれば此分銅の重さと、其落下したる距離とによりて、水を溫めたる熱を起す所の仕事の量、幾キログラム、メートルなるかを決定し得べく、從て一カロリーは正に幾何の機械的エネルギーに相當するかを知り得べきなり。

二一六　振動體のエネルギー

振子又は發音體の如く振動しつゝある物體は運動のエネルギーと位置のエネルギーとを有す。第六十圖第六十一圖に於て振動體が其靜止すべき位置Bにあるとき吾人は若干の仕事を爲して彈力又は重力に抗して之をAに持ち來り之を放ちたりとせん。此時物體は手よりエネルギーを受けて位置のエネルギーを有す。

運動を始めて物體が中點Bに近づくに從ひて此位置のエネルギーは漸々變形して運動のエネルギーとなり中點Bに達すれば全く位置のエネルギーを失ひて其有するエネルギーは全部運動のエネルギーなり。而して尙運動を繼續してBの他邊に出づれば運動のエネルギーは漸々位置のエネルギーとなり終にC點に達すれば全く運動のエネルギーなく唯位置のエネルギーを有するのみ。振動體が或瞬間に於て有する運動のエネルギーと位置のエネルギーとの和は一定にして最初他物より得たるエネルギーの量に等しきを證し得べし。

二七

波動のエネルギー　波動に於ては媒質の諸點は振動しつつあるにより此等諸點は振動のエネルギーを有す。而して此エネルギーは波源を爲す振動體が媒質に附與したるものなり。故に一の發音體が空氣中に於て振動して空氣中に音波を生ずるとき發音體は絶えずエネルギーを四圍の空氣に與へ此空氣は更に之を外方の空氣に與へエネルギーは發音體より四方八方に音波と共に流れ出づるなり。發音體より出づるエネルギーは此際漸々大なる球面上に擴がるによりて空氣中の一點を取りて考ふれば其得るエネルギーの量は球の半徑卽ち發音體よりの距離の二乘に逆比例して減少す。光波に於ても全く同樣にして或一點に於ける光の强さは光源よりの距離の二乘に逆比例す。

二八

電氣のエネルギー　帶電體の有する電氣的エネルギーは其放電する時種々の形に變ず。卽ち火花放電の場合には或は熱或は光のエネルギーとなり振動放電の場合にはエ

ーテル中に生ずる長き波長の波動のエネルギーとなる。又電流は一種の放電にして此時にも電氣のエネルギーは或は導線の諸部に熱として現はれ或は電解物中に於て化學的エネルギーに變形し或は電氣發動機中を通ずれば機械的エネルギーとなる等種々に變形するなり。

次に電流を得る迄に於けるエネルギーの變形を考へんに若しダイナモを用ひて電流を得たりとせば此エネルギーの源は機械的エネルギーなり。即ちレンツの定律によれば感應電流の方面はコイルの運動を妨げんとする樣に起るものなるに吾人は機械的エネルギーを費やしてダイナモのコイルを廻轉せしめ以て感應電流を得たるなり。而してダイナモを運轉するは蒸氣機關にして之によりて熱を機械的エネルギーに變じたるなり。更に遡れば此熱は

二九

石炭の燃燒即ち炭素の酸化作用なり而して石炭は古代の植物が太陽の光及び輻射熱を受けて炭素を蓄積せるによる。吾人がエネルギー變化の際に利益を蒙るは多くは其源を太陽に發し太陽が自己の熱を放ちて漸々冷却するに基づくなり。

エネルギーの不滅及び變衰　エネルギーは種々に變形を爲し又異なりたる物體間に授受せらるゝは既に吾人の學びたる所なり。此等の場合を詳細に吟味するにエネルギーの總量は常に一定不變なり。之をエネルギー不滅の定律と云ふ。此定律は化學に於て重要なる物質不滅の定律と相對峙して近世科學に於ける大發見なり。

エネルギーに關する尙一の重要なる事實はエネルギー變形の方向なり。諸種のエネルギーは皆終に熱に變じ得べ

きものにして熱となるには他の作用を要せず。然れども反對に熱を他のエネルギーに變ずるは自然の方向に非ずして必ず他の作用を藉らざるべからず。又熱は高溫度の物體より低溫度の物體には自然に移り行けども反對の方向には他の作用なしには行かず卽ち溫度の差は漸々減少する傾向あり。故にエネルギーの終極の形は同溫度の熱にして此有樣に達すれば如何に多量の熱ありとも吾人は全く之を利用するを能はざるべし。エネルギーが此の如き傾向を有するをエネルギーの變衰と云ふ。

最近物理學教科書 終

物理學教科書附錄

問題集

欄外にある數字は其問題に關する本文の節の數を示す

一　(一) 百九十瓦と六十匁とは何れか大なるか

一　(二) 一升は幾立方糎に當るか

三　(三) 人の血溫は平常は攝氏の37°にして攝氏の40°に昇るは病中發熱の可なり强き時なり　華氏にて云へば此等の溫度は幾度になるか

五　(四) 地球の表面にある物體は地球の自轉と共に如何なる運動をなすか

六　(五) 等速運動及び等速度運動の例を擧げよ

六　(六) 或物體が一秒の百分の一の間に十五糎を進行せり其早さ幾何

六　(七) 一時間に八里を走る自轉車と周圍十町の馬場を五十三秒にて一周する馬と何れが疾きか

七　(八) 新橋沼津間に於ける左の下り二列車の發着表によりて距離と時間との關係とを作り箱根山上に於ては汽車の早さの小なることを示せ

驛名	距離	神戸行最急行	静岡行
	哩	時 分	時 分
新橋	0.0	8-00	1-20
品川	3.1	—	1-31
大森	6.0	—	1-40
神奈川	16.3	—	2-10
平沼	17.1	8-36	2-16
大船 着	27.6	—	2-50
同 發		—	2-53
藤澤	30.4	—	3-02
大磯	40.8	—	3-33
國府津 着	47.0	9-29	3-51
同 發		9-32	3-56
松田	53.3	—	4-18
山北	56.9	9-59	4-45
小山	62.4	—	5-11
御殿場	69.1	—	5-50
佐野	78.5	—	6-28
三島	81.5	11-12	6-42
沼津	84.4	11-17	6-54

八 (九) AがBの二乘に正比例すとは如何なることか。

二 (一〇) アルコール一升は幾匁の目方ありや

二 (一一) 甲乙二物體あり甲は立積一リットルにして其質量は百五十瓦あり乙は立積二十立方糎にして其質量は三十五瓦あり 兩體の密度を比較せよ

二 (一二) 物體は熱其他の作用にて立積を變ずることあり 此際密度は立積に逆比例することを示せ

一九 (一三) 濕ひたる木枚の上に一滴の石鹼液を落せば如何なる現象を起すか

二一 (一四) 陶器、硝子器等に急に熱湯を入るゝとき容器の破損すること多きは何故ぞ

二一 (一五) 電氣燈の球につけたる針金を見るに硝子との繼き目は常に白金を用ひあるは何故か

二一 (一六) 0°に於て正しき眞鍮の尺度にて34°の時白金の針金を測りしに其長さ二三五七米なりしと云ふ 此針金の0°に於ての長さ幾何

二三 (一七) 0°の時千五百立方糎の立積を有する中空銅球に酒精を充たし之を50°に熱すれば溢れ出づる酒精の量幾何

二三 (一八) U字管の一方に水を入れ他方にオリーブ油を入れたるに液面の高さが二液の境界面より測りて水の方にては四寸六分オリーブ油の方にては五寸ありしと云ふ オリーブ油の比重幾何

二三 (一九) 廣口の硝子瓶に護謨膜を張り重りを附して深く之を井中に沈むれば膜破裂す 其理如何

二三 (二〇) 水銀中深さ一米の所にある三平方糎の水平面上に及ぼす全壓力幾

何

三二　(二一) 各邊一米なる立方形の水槽に水を充したるとき其各側面上に及ぼす全壓力幾何

解　此場合には水は横に側壁を壓す　而して其壓力の強さは深さによりて差異あり　然るに壓力の強さは深さに正比例するによりて其平均の强さは深さ二分の一米の所に於ける者に等しきや明なり故に求むる所の全壓力はhを五十糎Sを100^2平方糎dを一立方糎につき一瓦として此三數を乘じて得らるべし　即ち五百瓩の重さに等し

三三　(二二) 水中にある石を綱にて吊り上げんとするに石が水際に來りし時に於て綱切斷すること往々之あり　其理如何

三四　(二三) 厚さ五糎の木片を水面に浮ぶれは水の上に現はるゝ厚さは何程

但し此木片の密度は一立方糎につき〇、八四瓦なりとす

三四　(二四) 同上の木片にて底の半徑二糎高さ六糎の直圓錐體を作り其頂點に一瓦の分銅を附して重りとなし之を水面に浮ぶれば圓錐の水中に入ること何程　但し分銅は立積なきものとす

三五　(二五) 金屬にて中空の細長き圓筒を造り其中に銃丸を入れて重りとなし之を水面に浮べしに水中に入ること深さ八寸なりしと云ふ　若し之を比重〇、七四のエーテル中に入れば液中に入ること幾何なるべきや

三六　(二六) 或る物體の空氣中にての重さは五六、三五七瓦にして蒸餾水中にての重さは五〇、〇二五瓦なりと云ふ　此物體の比重如何

三六　(二七) 比重罎の中に水を充たし之を秤りたるに二〇二、四瓦あり　之に五〇瓦の某金屬の屑を入れ法の如く餘分の水を拭ひ取り之を秤りたるに二四六、五瓦ありと云ふ　此金屬の比重幾何

三六　(二八) 十匁の物體に或鉛塊を附したる者の水中にての重さ五匁にして鉛塊のみの水中にての重さ二十匁なるとき此物體の比重如何

三六　(二九) 空氣中にて五〇、三五瓦の硝子球の海水中にての重さ三四、二八瓦、蒸餾水中にての重さ三四、六九瓦なりと云ふ　海水の比重を問ふ

三六　(三〇) 重さ四五、〇七瓦の比重罎に蒸餾水を入るれば其重さ八一、〇一瓦となり鹽酸を入るれば九〇、七一瓦となりしと云ふ　鹽酸の比重幾何

三九　(三一) トリチェリーの實驗に於て水銀柱の高さは管の太さに關係なきことを説明せよ

三九　(三二) トリチェリーの實驗を行ふとき硝子管を傾くるも水銀面の鉛直の高さには變化なし　其理如何

三九　(三三) 一平方尺を壓する氣壓の大さを貫目にて表はせ

三九　(三四) 水銀の代りに水を用ひてトリチェリーの實驗を行はゞ管の長さ幾何なるべきか

四三　(三五) 壓力一氣壓の時一千リットルの立積を有する氣體の種々の壓力に於ける立積を計算し之を圖に表はせ

四四　(三六) 溫度30°壓力水銀柱三百糎の時十八リットルの立積を有する空氣ありとし標準狀態に於ける立積幾何

四四　(三七) 壓力水銀柱の十糎の時一千八百二十四立方糎の立積を有する氣體あり同溫度にて一氣壓の時の立積如何

四四　(三八) 溫度〇度壓力三氣壓にて立積一千リットルの炭酸瓦斯の質量幾何

四八　(三九) 吸上げポンプにて水を吸上げ得る高さを問ふ

五四　(四〇) 75°の鐵十瓦を6°の水銀八十瓦中に入るれば溫度は幾度となるべきか

五六　(四一) 0°の氷百十九瓦を92.°6の水百三十五瓦中に投入せしに11°.6の水二百五十四瓦を得たりとせば氷の融解熱幾何

解　水の失ひたる熱量は$(92.6-11.6)\times135=10935$カロリーにして氷の融解熱を$x$カロリーとすれば氷は119$x$カロリーの熱を得て0°の水となり更に$11.6\times119=1380.4$カロリーの熱を得て11°.6に昇りたるなり故に左式を得

$$10935=119x+1380.4,\quad x=80.3$$

五六　(四二) 0°の氷二瓩と90°の水銀五十瓩とを接觸すれば最終の溫度幾何

五六　(四三) 80°に溫ためたる百瓦の銅塊を氷塊に穿ちたる孔中に入れたるに氷九、二瓦を融解したりと云ふ　銅の比熱如何　但し氷の融解熱は已知のものとす

六一　(四四) 手に息を吹きかくるにハーハーとかければ暖かにてフーフーと吹けば冷かに感ずるは何故か

六一　(四五) 100°の水蒸氣十瓦を20°の水百瓦中に送入すれば溫度幾度となるか

△六三　(四六) 夏日藥罐に冷水を入れ或はコップに氷水を入れれば器の外側濕ひて水滴集まるを見る　之を說明せよ

六五　(四七) 湯呑茶碗に堅く紙を卷きつけ之を蠟燭の火炎中に入るるも紙は暫時焦さるゝことなし　之を說明せよ

六五　(四八) 夏時氷を貯ふるにフランネル又は鋸屑にて包む理由如何

×六六　(四九) 竹の皮にて鍋を作れば竹の皮の焦げることなく湯を沸かし得るは何故か

六八　(五〇) 同一直線上に作用する二力の合力を求むる法如何

六八　(五一) 數多の力 $A\ B\ C\ D\ E$ 等が一點に作用して互に釣合ふときは $B\ C\ D\ E$ 等の合力は A に等しく其方向は A のに反對なり　之を證せよ

六九　(五二) 直進する一物體あり初め毎秒二十三尺の速度を有せしが十秒の後には毎秒三尺の速度となれり此間の平均加速度を求む

六九　(五三) 前問の加速度を分、間を單位とせる者にて答へよ

七一　(五四) 一ダインは重力單位にて何程になるや

解　一瓦の重さは g ダインなり　故に一ダインは $\frac{1}{g}$ 瓦の重さに等し然るに g は約九百八十なれば一ダインは約一瓦の千分の一即ち一瓦の重さに等し

七一　(五五) 百ダインの力が三十瓦の靜止する物體に作用すること三秒なれば此物體の得る速度幾何

七四　(五六) 上昇する物體の s に就て論ぜよ

七四　(五七) v_0 を五〇〇〇(糎、秒)とし g を九八〇(糎、秒、秒)として $s=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$ の關係圖を畫け

七四　(五八) 毎秒五米の早さにて石を眞上に拋げ上くれば此石の昇り得る高さ幾何　又幾秒の後地に復歸すべきや

七四　(五九) 落下體の一秒時間中に經過する距離は一の等差級數を爲すことを證せよ

七五　(六〇) 飛び來る球を手にて受け止むるに手を後方に引きつゝ受くれば手の痛み少なきは何故ぞや

解　m を球の質量とし v を其速度とす　之を受け止めて其速度を零に

するには運動量の變化はmvなり　故に手を引きつゝ受けて球と手と接觸する時間tを長くすれば　$ft=mv$　式によりてfは小なるべし　運動のエネルギーによりて説明すればエネルギーの變化は$\frac{1}{2}mv^2$なり　故に手を引きつゝ受けて球に作用する力fが長距離sの間作用する樣にすれば　$fs=\frac{1}{2}mv^2$　式によりてfは小なるべし

七六　(六一)　大砲を發射するとき彈丸の砲身を離るゝと同時に砲車が烈しく後方に押戻さるゝは何故ぞ

七六　(六二)　石と地球と相牽引すれば石の地球に向て落下すると同時に地球も亦石に向て近つくべき理なりと、果して然るか

七六　(六三)　粘土の如き彈性なき者にて造りたる二個の物體ありて其質量はmと$3m$となり、今mがvなる早さにて飛來りて$3m$に衝突し合體して一となるときは合併體の速度幾何

七七　(六四)　重さ三瓩の物體を重力に抗して五米揚くるに要する仕事を求む

七八　(六五)　水を入れたる茶碗を糸端に結び付けて振り回すに水の流出せざるは何故ぞ

七八　(六六)　粘土にて造りたる球の中心を貫きて軸を造り之を回轉すれば扁平となるは何故ぞや

七八　(六七)　圓形の馬場を疾走する競馬を見るに馬は直立せずして著しく馬場の中心の方に體を傾けつゝ走るは何故か

八〇　(六八)　自轉車のペダルの作用を説明せよ

八三　(六九)　一剛體に作用する力凡て平行にして同方向に向ふときは其數幾つにても之を合成して單一の力となし得べし　之を證せよ

八五　(七〇)　長さ六尺の天秤棒の兩端に六貫と十貫との物を吊し之を擔はんとす肩を當つべき點は何所か

八五　(七一)　長さ六尺の天秤棒の一端より二尺の所に二十貫の重物を吊し二人にて之を擔ふとき此等の人の肩に及ぼす力幾何

九〇　(七二)　圓壔の重心の位置を求む

九〇　(七三)　長さ一尺重さ三十匁の棒の一端より二寸の所を糸にて吊すあり幾匁の物を棒の他端に吊さば棒は水平となるべきや

九〇　(七四)　我國在來の桿秤(サホバカリ)の理を説明せよ

九一　(七五)　綱渡りの藝を爲す人の手に傘又は棒を携ふるは如何なる利益あるによるか

九三　(七六)　gの價が九百八十(糎、秒、秒)の所にては週期二秒なる單振子の長さ幾何

九四　(七七)　一の振子を甲地にて振らしむれば毎分五十回振動し乙地にては五十三回振動せり　甲乙兩地のgを比較せよ

一〇四　(七八)　如何にせば音波の速度を測り得べしと思ふや

一〇四　(七九)　溫度0°の時大砲の發光を見てより三秒時の後砲聲を聞きたりと云ふ大砲までの距離幾何

一〇五　(八〇)　兒童の玩具に電話機と稱する者あり　竹筒又は厚紙の筒の一端に紙を張りたるもの二個を取り此紙の中心に一本の長き糸の兩端をつけたるものなり　糸を緊張して一方の筒に向て發聲すれば他方の筒にて其言語を聞き取ることを得るなり　直接に聞き取れぬ程の聲にても此裝置にて能く聞ゆるは何故か

一〇五　(八一)　障碍物に向て發音してより〇、八秒時の後反響を聞きたり、障碍物迄の距離幾何

一〇五　(八二)　井戸に向て發聲するに、反響を聞き得ることゝ、聞き得ざることゝあり其理由如何

解　井戸淺き時は反響を聞かず　之れ實は反響あれども、其復歸すること早きにより初め發したる音と、反射音と混同して、兩音を區別し能はざるによる　假令ば一秒時間に五言の割合にてナカの二音を發したる時、明瞭に其反響を聞かんとするには、初めナ音を發してより、少くとも$\frac{1}{5}$秒時の後に、其反射音復歸するに非ざれば、ナの反射音と、カ音と錯亂すべし此故に井は少くとも　$\frac{1}{5}\times\frac{2}{3}\times330=66$　六十六米の深さを有せざるべからず。

一〇六　(八三)　音の高低は發音體の振動數の多少によるものなり此事を音の高低は音波の長短によるとも云ひ得べし　其然る所以を説明せよ

一〇八　(八四)　二個の同音を發する音叉を取り其一の音叉の上端に短かき針線を卷きつけて少しく其振動數を變じ兩者を同時に鳴らしむるときは其音

強くなり又弱くなりて所謂唸りを生ず(第九十四圖)　其所以を説明せよ

解　之れ或瞬間には兩振動互に相助けて音を強くすれど、其振動の模樣漸々に喰違ひて、終に互に相妨るに至りて音最弱くなり、尙時を經れば喰違ひ餘り大にして却て其次のに近づき、初め音の強かりし時より測りて其振動せし數一個違ふとき、再び相助けて強音を出すに至るなり　今一方の音叉は一秒時間に百五十回振動し他は百五十二回振動する者とし其唸りの數を一秒時間にx回なりとせば其強音なりし時より次の強音の時迄は$\frac{1}{x}$秒なり　此間に前者は$150\times\frac{1}{x}$回振動し後者は$152\times\frac{1}{x}$回振動す而して此差は前に説く如く一回なるべし　故に$152\times\frac{1}{x}-150\times\frac{1}{x}=1$　$\therefore x=2$　一般に唸りの數は同時間中に於ける兩音の振動數の差に等し

一一〇　(八五)　同じ琴糸二本あり其長さ甲は乙の二倍なり　之をして同音を發せしめんとするには之を張る力の比幾何なるべきか

一一〇　(八六)　直徑〇、八粍の銀線と直徑一、二粍の鐵線とを同じ力にて張り之をして同音を發せしめんとするには其長さの比を如何に取るべきや　第二節の表を見よ

一一七　(八七)　點火したる蠟燭と衝立との間に一の孔を穿ちたる障壁を置くに孔小なるときは衝立の上に火炎の形を現はし孔大なれば孔の形を現はすは何故か

一一九　(八八)　波立ちたる水面より反射する燈光の長延きて見ゆる所以如何

一二〇　(八九)　二個の平面鏡を互に直角に置き其間に一光點を置けば光點の像幾個を見ることを得べきか

一二〇　(九〇)　平面鏡の前に立ちて之に映する己の肖像を見るに鏡左程大ならざるに全身を見ることを得るは何故ぞ　又問ふ全身を見るに足るべき鏡の大さ如何

一二二　(九一)　茶碗の湯の中に箸を斜めに入れて横より見れば箸が水面の所にて折れたる樣に見ゆるは何故か

一二二　(九二)　湖岸に立ちて眞上より水底を窺ふに其眞の深さより約四分の三に見ゆるは何故か

一二二　(九三)　焚火の上の方を隔てゝ物を見るにチラ〳〵と動きて見ゆる理由如

何

一二四　(九四)　水草に附着せる氣泡の著しく輝きて見ゆるは何故か

一二四　(九五)　屈折率 n と臨界角 θ との間 $\sin\theta=\frac{1}{n}$ なる關係あり　之を證せよ

一二七　(九六)　兩面凸なるクラウン硝子のレンズあり　其半徑は兩面共に八糎なり　此硝子の屈折率を一、五三として其焦點距離を算出せよ

一二七　(九七)　同上の硝子にて作れる一面平にして一面凹なるレンズあり　凹面の半徑十糎なれば焦點距離如何

一二八　(九八)　曲率半徑三十二糎の球面凹鏡の前方八十糎の所に一光點を置けば像の位置如何

一二八　(九九)　第九六問のレンズをランプの火の前に置きてランプより一米を距てたる所にある襖の上に火の像を作らしめんとす　レンズを置くべき位置如何

一二九　(九九)　球面凹鏡の前方五尺の所に或物體を置きしに其像は實物の四分の一ありしと云ふ　此鏡の曲率半徑幾何

一二九　(一〇〇)　焦點距離 F なる凸レンズの一方に於てレンズを距ること f なる一點に長さ l なる物體を置かば其像の大さ如何

一三四　(一〇一)　明視の距離四十糎なる遠眼の人あり　此人は幾度の凸レンズを用ふべきか

解　此人の用ふべき眼鏡は健全の人の明視距離二十五糎の所に置きたる物體が恰も四十糎の所にある樣に見ゆる者なれば可なり　故に(26)式に於て $f=25$, $f'=-40$ として F を求むれば可なり　即ち $F=66.6$ 糎 $=26.2$ 吋なれば約二十六度の眼鏡を要す

一四一　(一〇二)　手指の骨が見ゆると稱する X 眼鏡(ガネ)と名づくる玩具は小さき孔に羽毛を張りたるものにて羽毛を透して指を見るに指の兩側薄く中央黑くして恰骨の如くに見ゆ　此理如何

一五二　(一〇三)　蠟燭の光の如き黃色に富みたる光を以ては黃色と白色とを區別し能はざるは何故か

一五五　(一〇四)　一の磁石の北極に鐵片を吸付けしめ置き其上に之と同じき他の磁石の南極を重ぬれば鐵片離るべし　其理如何

一五五　(一〇五)　磁石の鐵片を吸引する所以を磁氣の感應によりて說明せよ

一五九　（一〇六）磁針に作用する磁力は一の偶力を爲すことを説明せよ

一六三　（一〇七）金箔驗電器に電氣を與ふれば金箔の開く理由如何

一六三　（一〇八）電氣振子の球が一度發電體に吸引せられて一旦之に接觸すれば再び排斥せらるゝ理由如何

一六三　（一〇九）金箔驗電器の上端に陽電氣を帶ぶる物體を觸れ再び之を遠ざくれば金箔は開くべし　玆に於て更に一の陽電氣を帶びたる物體を近つくれば金箔は如何になるべき　實驗によりて之を試み其理由を説明せよ

一七〇　（一一〇）電光を認めてより三、五秒時の後雷鳴を聞きたり放電の場所までの距離如何

一七六　（一一一）磁針の眞上に北より南に向ふ電流あり　磁針の占むる位置如何

一七九　（一一二）永久磁石を作るには如何なる品質の鐵を使用すべきか

一七五　（一一三）二ボルトの電池を使用し抵抗百五十オームの輪道に電流を通ずれば其強さ幾アムペールなるべき

一七五　（一一四）長さ一米斷面積〇、五平方粍の水銀の抵抗如何　銅ならば如何

一七五　（一一五）長さ三米斷面積〇、三平方粍の白金線と長さ五十米斷面積〇、四平方粍の銅線との抵抗を比較せよ

一八七　（一一六）硫酸銅の電氣分解に白金極を使用すれば如何なる結果を得べきか　銅極ならば如何

一八八　（一一七）十アムペールの電流によりて一時間中に得らるべき銅の量を算出せよ

一九一　（一一八）蓄電池の液中に浮秤を浮べ置くに其蓄電、放電に從て其示度異なりと云ふ　其理如何

一九六　（一一九）コイルの中に軟鐵心を置けば感應電流の強きは何故か

二一〇　（一二〇）深さ五十呎の石炭坑中の水を汲上ぐるに蒸氣機械を用ひたるに一晝夜に四千二百トンを汲上げたり　此蒸氣機械は幾馬力の者なりや但し一トンは二千二百四十磅なり

二一四　（一二一）一カロリーの熱は幾エルグの仕事に相當するか

二一四　（一二二）百米の高所より五瓦の水銀を地上にある一瓦の水中に注入すれば溫度の上昇すること幾何なるべきや

解　百米の高所にある五瓦の物體は五百瓩米の位置のエネルギーを有す此エネルギーが全く熱に變すれば $500 \div 0.425 = 117.6$ カロリーの熱となる　此熱を以て五瓩の水銀(其比熱〇、〇三三)と一瓩の水とを溫むるにより x を上昇する溫度とすれば $x(5000 \times 0.033 + 1000) = 117.6$ にして x は殆一度に近し

二一四

(一二三)　何故に氣體に於ては定壓力の比熱が定立積の比熱より大なりや

解　定壓力の場合には氣體が外壓に抗して膨脹するにより此仕事に相當するだけ餘分のエネルギーの供給を要すればなり

第三一四節のマイエルが仕事當量を計算せしは之に基くなり　即今茲に一瓦の空氣ありとせんに(外壓一氣壓)第五四節の表によれば定壓力の比熱は定立積の比熱より0.07カロリー大なり　此熱は空氣が1°熱せられて膨脹するとき氣壓に抗して爲したる仕事に等し此仕事の量を計算する爲に空氣が一平方糎の横斷面積を有する圓筒中に容れられ活塞を以て閉ぢられたりとせば一氣壓は一平方糎につき一千〇三十三瓦(第三九節)なれば此活塞の上に一、〇三三キログラムの分銅ありと假想すれば之を以て外壓を代表せしめ得べし溫度の上昇1°の爲に分銅の押し上げらるゝ高さは幾何なりやと云ふに第一一節の表によれば空氣一瓦の立積は $\frac{1}{0.001293}$ 立方糎にして其膨脹係數は第二四節により $\frac{1}{273}$ なるにより1°の上昇の爲に立積の增すこと $\frac{1}{0.001293} \times \frac{1}{273}$ 即ち二、八三三立方糎なり然るに圓筒の横斷面積一平方糎なるにより分銅の押し上げらるゝ高さは二、八三三糎即ち〇、〇二八三三米なり

故に吾人は0.07カロリーの熱量は 1.033×0.0283 キログラメートルに相當するを知る　故に一カロリーは

$$1.033 \times 0.0283 \div 0.07 = 0.418$$

〇、四一八キログラムメートルに相當す　而して此價はジュールのに等し

二一九

(一二四)　熱が自然に高溫度の所より低溫度の所に移る例を擧げよ

明治四十四年十二月四日印刷
明治四十四年十二月七日發行

（最近物理學教科書）
定價金八拾參錢

編者　中村清二
東京市神田區裏神保町九番地

發行兼印刷者　合資會社　冨山房
合資會社冨山房社長

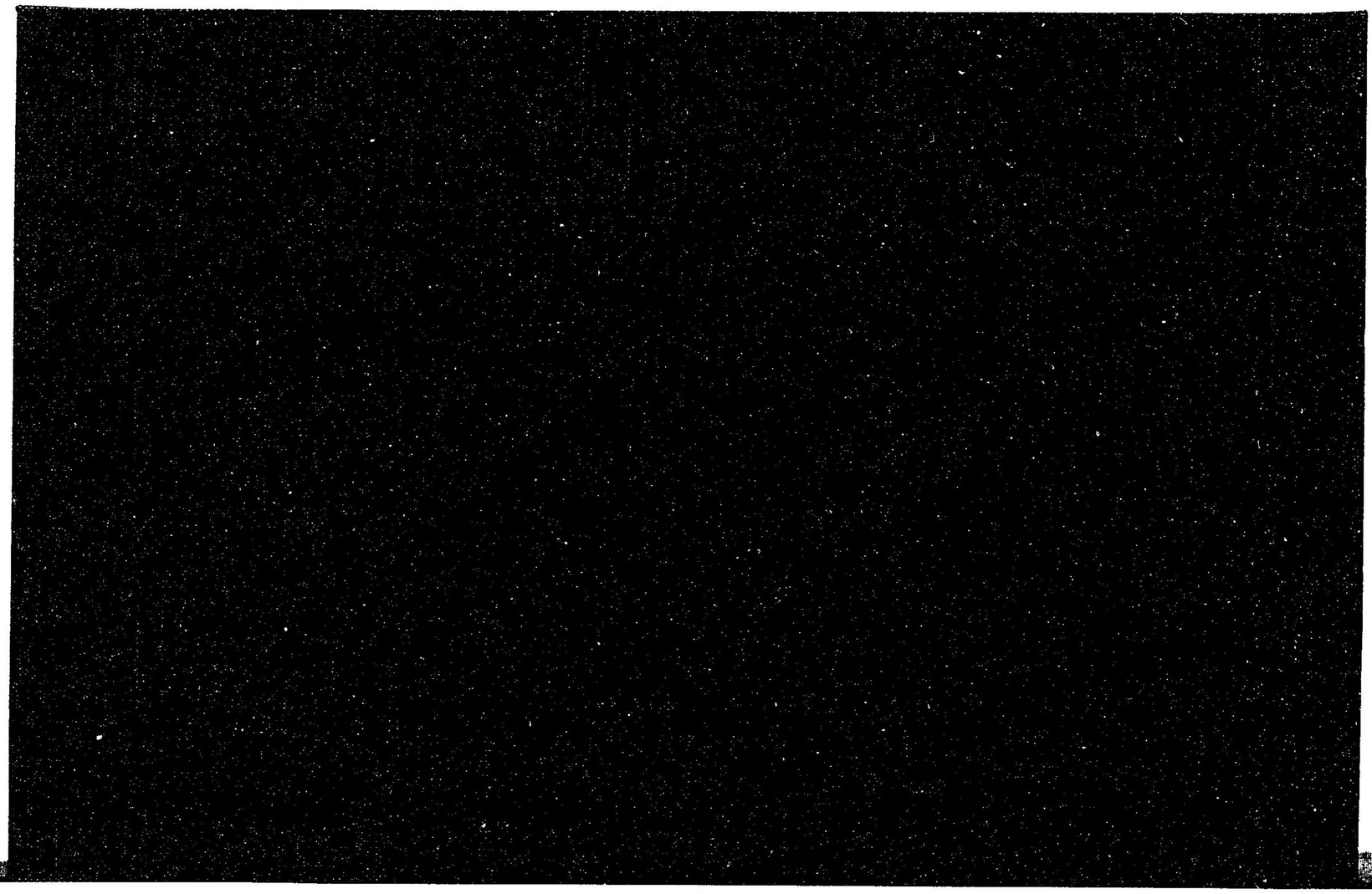
代表者　坂本嘉治馬
東京市小石川區新諏訪町二番地

印刷所　明治製版印刷合資會社

發行所　東京神田區裏神保町九番地　合資會社　冨山房
長電話本局一〇三六、本局四一三〇番
振替口座東京五〇一番

3Q-14

52



最近物理学教科書

中村 清二／著