

52-367

理學士池田菊苗講述

化學本義

大日本理科通信講習會

10-368

1874年



小川一真製

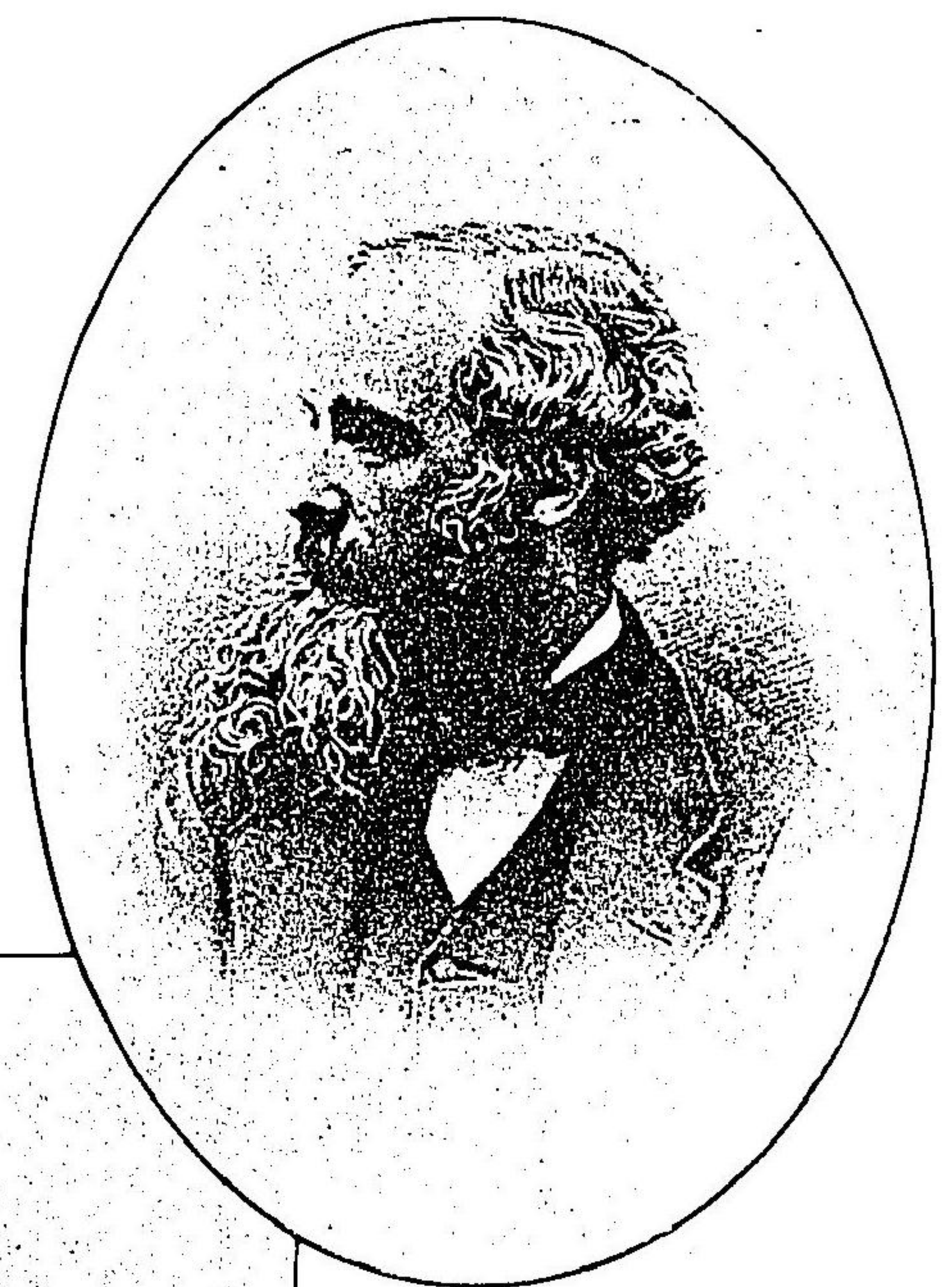
ロミルト ブンゼン

## 化学家ブンゼン小傳

ロベルト・ウィルヘルム・ブンゼン Robert Wilhelm Bunsen は千八百十一年三月三十一日  
獨逸國ゲッツンゲンに生る歳二十二にして同地大學のプリファクトーチェント(助教)  
たり二十五歳にしてカツセルに於て化學教師と爲り二十七歳にしてマルブルク  
大學の教授に進み四十歳にしてブレスラウ大學に移り翌年更にハイデルベルク  
大學に轉せりハイデルベルクに在ると三十八年千八百八十九年に至り其の職を  
辭し餘年を退隱の中に樂めり其の學術に従事せしと前後五十餘年化學に寄與せ  
し功業枚擧に遑わらず今特に其の較著なるもののみを左に列記す  
氏は無機化學上の研究を以て其の學界に於ける生活を始めたるも偶然其の注意  
を有機基の砒素化合物に轉じ遂にカコデル基を發見し當時始めて唱破せられた  
る有機基説に大なる援助を與へたり氏は次に鑛物化學及び分析化學上の研究を  
試み發見したる所少からず殊に今日の氣體分拆方は氏に負ふ所多し氣體吸收率  
を精密に測定したるも實に氏を以て嚆矢とす次に氏はキルヒョッフ氏と協同して

スペクトル分拆方を創案し遂にルビヂウム、セシウム、の二元素を發見せり爾來此  
 の方法に由りて發見せられたる元素少からざるも皆ブンゼンの蹤を踏襲せしも  
 のなり氏は又光線の化學作用に關して貴重なる研究を爲せり  
 氏は實驗家にして理論家に非らず故に化學の學說を進歩せしむる上に於て直接  
 の功なしと雖も其の研究が他の理論的討尋に鞏固なる基礎を與へたる功は極め  
 て大なるべし氏は實に一大考案家にして其の實驗的研究方は常に新奇の工夫を  
 帶び往々人の意表に出づるものあり氏は場合に由りては頗る複雑なる装置を使  
 用するを辭せざりしと雖も好んで簡單なる装置を用ひて精確なる成績を得たり  
 而して氏の考案に係れる小器具にして日常理化學者の使用するもの少からずブ  
 ンゼン電池、ブンゼン燈、ブンゼンポンプの如き初學者と雖も知らざるなし

二



クーラク スムイヂ  
 ルゴスクマツ



イデラフルケイマ

小川一真製

マイケル フラデーの略傳

マイケル フラデーは實に古來此世に生れ出でたる人の中にて第一流に屬する人物にして、その學術の研究に従事し、許多の發明をなして世を裨益せしと誠に測り知る可らず、氏は赤貧なる鍛冶屋の一子にして、寛政三年(紀元二千四百五十一年)九月廿二日英國ニールキントンに生る、十三歳のとき父の家政を助けんがため製本と書籍發賣を兼業とせる一商賈リッポアの丁稚となりしが、大に主人の氣に入りて遂にその弟子の一人に加へらるゝことゝなれり、其頃マーセツト婦人の新著にて化學問答と題する一書出版されしが、フラデー此書を見て初めて化學の志想を養ひ、又リオンなる人の新著にて電氣實驗と題する一書を學びて物理學の興味を悟り、それより諸書を披渉して遂に理科の研究を以て畢生の目的となすの決心を起すに至れり、左れば業務の餘暇には數錢を投じて實驗の材料を求め、手づから電池を製して硫酸マグネシウムを分解し、又物理學の講演を傍聽せんと欲して、其兄に傍聽料を請ひたる等のことありしと云、當時英國にてはサー・ハンフレイ・デイビー化學の大家として雷名高かりしが、ダブンスなる人フラデーの志望を嘉み

し、或る日之を伴ひてデイビーの講演を傍聴せしめたり。フラデー詳かに其講演を筆記せしが、ダンスの勸告に従がひ之をデイビーに呈し、尙ほ同氏の引立てを蒙りて理科を攻究したるよしを書添へたり。此依頼状こそ實に後ちにフラデーが世界の大家たるべき端緒とはなりけれ。デイビーは快よく之を承諾して、當時氏が教授の職にありし王立學院ロイヤル・インスティテューションの助手に擧げたり。時にフラデー二十二歳なりき。爾後フラデーはデイビーと共に専ら化學の研究に従事し、種々の發明をなせしが、或は種々の氣體を凝結して液と爲し、或は危險なる爆發性を有する鹽化窒素の性質を研究せしが如きは、其頃のことにして、此研究の爲め、兩氏共屢々負傷せしことありしと、實にデーロンが爆發の爲めに、一眼を失ひしも、全く鹽化窒素の研究によりてなりき。

翌年十月フラデーはデイビー夫妻に従がひ、歐洲大陸を漫遊せしが、スキツルランドに至りしとき、師の友人ド・ラ・リーの家に宿せり。當時フラデーはデイビーの家僕たる地位にありしが、ば常に冷遇されしも、當家の主人も亦聞ゆる學者にて、フラデーの學識を看破して、大に敬慕の念を起し、遂に主賓たるデイビー夫妻と共に賓客の禮を以て優待することとなりたりと、踰えて二年再び英國に歸り、益々研磨の効を積み、名聲大に揚りて、遂に其師たるデイビーを凌がん程の勢をばなりたり。

フラデーは最早此時自家の本領を備へたる一個の學者にして、敢て人に高ぶるには、あらねども、聊か自信の心なきには、非ず。デイビーは、又既に當代の碩學にして、殊に木道の氣ありて、人に驕るの癖あり、左れば、その弟子たるフラデーの名聲赫々たるを羨やむとし、もは非ざれども、互に發明權の爭論より、不和を生じ、遂に師弟袂を別つに至れり。

フラデーは文政八年紀元二千四百八十五年に於て、王立學院の實驗所長となり、更に二年を経て、化學教授に擧られ、天保七年紀元二千四百九十六年に於て、王室より年金を賜はれり。此の年金の一件に關して、時の總理大臣メルボルン公と一場の爭論を醸し、フラデーは頑として之を辭せしも、一貴婦人の仲裁にて、漸く之を受くることとなり、此の一條にても、氏が剛愎なる氣象思ひ知らるべし。氏は天保十二年に於て、聊か身体の健康を害なひ、保養の爲め、歐洲大陸を漫遊し、五年の後ち再び故

國に歸り原職に就けり、その漫遊中アガシズ、フォーブス及び其他の大家と交はり、且つ當時ハムの城塞にて幽擒の身たりし佛帝ナポレオン三世の手書に接したること奇なりと云ふべし、其手翰の趣意は電流より起る火花を以て地中、水中に埋藏せる火薬を發火せしむるに最も簡便なる方法を問ひたるにてありしとぞ、左れば佛帝は其時幽囚の裡にありながら地雷、水雷を工夫せしものと知らる。

アラデイは職にあること五十四年、慶應元年に於て職を辭し閑地に在りて晩年を養ひしが、遂に慶應三年八月廿五日病歿せり、時に齡七十七。

アラデイの研究は化學及び物理學の兩科に跨がれり、化學に於ては二種の鹽化炭素を發明し、種々の氣體を凝結して液体と爲せしことは前にも云へり、此外鋼鐵に關する研究及び硝子製造法の研究等あり。

氏が化學上の研究は其効大なりとはいへ之を物理學に於ける氏の發明に比ぶれば微々として論ずるに足らず、氏が物理學に於ける研究は多岐に亘り一々枚擧するに遑わらず、茲に著大なるものを擧れば、天保二年(紀元二千四百九十一年)に於て磁氣を以て電流を起すことを發明せり、此現象を磁電氣感應と云ふ、尋て電流を以

て化合物を分解することを研究せり、此の事を電氣分解と云ふ、又靜電氣の感應は絶縁体の物質により異なることを發見せり、此の現象を比感應と云ふ、尤も之より先き安永二年(紀元二千四百三十三年)に於てヘンリー、カベンディッシュ之を發見せりと雖も、其事を公やけにせざりしかば、之を知る人なかりき、又アラデイは大陸漫遊より歸るや否や偏光と磁氣との關係を發明し、尋て反磁性体とて多くの物は磁石に斥けらるゝことを發見せり。

以上の諸項は孰れも磁氣學及び電氣學に於て最も肝要の事にして、管に學理に關して然るのみならず、後年之を實地に應用して殖産興業の途を開きたること誠に非常の功蹟なり、彼の水車、蒸汽機械杯を用ひて強き電流を起し、電氣燈を点じ、電氣車を走らし、又其電流を以て諸機械を運轉し、製作の用を補なふ等は孰れも磁電氣感應の發明を實地に應用せしものなり、又電氣分解の研究は滅金術に應用せられ、又之を冶金學に應用して輕金其他の金屬を安價に製造し得ること、なれり、近來物理化學と稱し、化學と物理學を折衷せる一學科起りたるが、其源を問へばアラデイの電氣分解に關する研究大に與かりて力あるものなり、又磁氣と偏光に關する

發明は比感應の發明と共に後年ホイムス、クラーク、マックスエルが唱へ出したる磁電氣光論と稱する光の新説の基礎となり、殊に應用の点に於ては比感應の事は海底電信及び遠距離の電話通信に關して進歩の方針を定めたり。斯の如く論じ來れば、近來萬國に於て電氣工業の進歩著しくして殆ど工業全般の革新を促がさんとする傾向を生じたる其源を尋ねれば全くフラデーの發明にあること、知らる氏が生國は英國なれど其名聲の及ばず所其遺効の垂るゝ所は廣く世界に亘りて至らざる限なく、遠く後世に流れて盡くる時なし、嗚呼マイケルフラデーは世界の偉人なるかな。

### ホイムス、クラーク、マックスエルの傳

マイケル、フラデーの電氣學及び磁氣學に於ける功業は略本講義第一卷に載せたるが如し、而てその遺業を繼ぎて古來電氣學に蟠りたる弊習を打破り爰に近世電氣學及び光學を起したるは本傳記の主人公ホイムス、クラーク、マックスエルその人なり、フラデーは貧賤より起り秩序ある教育をも受けずして遂に稀世の大功を建て、マックスエルは之れに反して富貴の家に生れ充分なる教育をも受けて遂にれさくフラデーにも劣らざる偉業を成就したりき、知るべし畢世の業は天稟に基づき、教育は唯其助をなすに止まることを、

ホイムス、クラーク、マックスエルは紀元二千四百九十一年(天保二年)に於てスコットランド英國の首府エジンバラに生る、其家は男爵家の支流にて父なる人は初めエジンバラに於て辨護士を業とせしが、都會の混雜を厭ひて後に地方の別業に退きぬ、左ればマックスエルは地方にて生育ち、十歳の時エジンバラに出で、同府の學校に入り、十五歳にして同地の大學校に移りぬ、其頃よりして既に頭角を顯はし、數



多の焦點を有する曲線と題したる幾何學上の論文を草し、之を同地の王立學院に呈したるに大に會員の賞賛を受けたりとぞ、その學友テイト(現今エヂンバラ)大學校の教授なりの云へるには、當時マックスエルは纔に初等幾何學及び代數學を學び得たる程の學識に過ぎざりしと、實に梅檀の葉の謠も斯かる事を云ふにやあらん、嘗に此事のみならず氏は大學校に在學中更に數學上の論文二章を草して孰れも王立學院に呈せり、その一は旋轉せる曲線の論にして十八歳のとき之を草し、次は彈性体の釣合を論じたるものにして十九の年に草したるものにてありき、其年の十月ケインブリヂの大學校に轉せしが、その事の相談の爲同校の役員に面したるとき、懷より前記の論文を取出し、之を御覽すればよもや拙者が入學を否みたまはじと申せしとぞ、抱負の程こそ勇ましけれ、

マックスエルは幼少の時山野景勝の地に育ちしかひありて、文學の嗜淺からず、折に觸れては詩歌をも作りたり、左れど是只學餘の慰にせし迄にして、専ら心を數學及び物理學に委ね、多く先輩の論文を讀み特にファラデーの電氣學に關する論文を學びぬ、斯くて紀元二千五百十四年(安政元年)に至り漸く同校を卒業し、課業の義務を免

るゝや否や茲に己の欲する方針に向ひ物理學に屬する種々の研究に従事せり、中にも色の研究は著名なるものとす、氏は尙ケインブリヂに止まりて益々學業を勉むる考なりしが、當時父の住地より遠程からぬアバルデンの大學校に教授の地位に空地ありて之を勸むる人ありしに、此學校に移らばスコットランドの諸學校の通例として、凡半年にも亘る夏期休暇の間は父の家において孝養を盡すことを得べければとて、遂に意を翻して同校の物理學教授となりぬ、左れどその思ひしことはうたかたにて、父ははかなくも同じ年に世を去りぬ、

氏はアバルデンの學校に在勤中は依然色の研究に従事せしが、外に木星の環に就て研究し、遂にその環は數多の固体の斷片が中央なる本体の周圍を廻れるものなることを論定せり、元來此論題はケインブリヂの大學校より懸賞問題として出されたるものにして、氏は之が爲め賞與を受けぬ、時に天文學の大家サー、デオルヂ、エヤリ、此論文を評して曰く、余は嘗て斯の如く奇抜なる數學の應用を見たることなしと、左ればマックスエルの名聲は此論文により四方に喧傳せられたり、

氏は紀元二千五百二十年(萬延元年)に於てロンドンなるキング大學校の教授に擧ら

れ數多の大家と交りしが、中にも彼の有名なるフアラデイと往來するの期を得たり、そのロンドンに在ること六年にして自ら職を退き故郷に歸れり、そのロンドンに在りし當時こそ實にマックスエルが畢世の力を揮ひたるるときにてありけれ、在職六年の間に論文を出すこと七篇の多きに亘り、爾も孰れも稀世の大文にして、色の研究に屬するものは更に云はず、瓦斯力論とて氣體の性質を説明する論說に關して自家特色の新機軸を出だしたるは此時の論文にあり、尙之よりも立越えて後世の龜鑑たるべき大論文は「力學上より電氣を論ず」と題したるものなり、これぞ氏がフアラデイの説を敷衍して近世電氣學を大成したるものなりける、此同じ論文の中に磁電氣光論とて電氣及び磁氣を根底として光を論ずる新説を載せたり、孰れも千古不拔の卓見にして後年獨人ヘルツが實驗に徴して其説の確實なることを證明せしより愈々電氣學に於ける舊説を一掃するに至れり、此論文の出でたるは實に紀元二千五百二十四年(元治)にてありき、

氏が故郷に退隱中は専ら電氣學及び磁氣學の論と題する書籍の著作に従事せり、本書の初版は漸く明治六年に於て出版となりしが、氏が持論は概ね其中に網羅せられ、今に至る迄近世の大著述として世に仰がる、

マックスエルは明治四年に於て再び故郷を去り其頃ケインブリヂ大學校にて新設せられたる物理學の教授となれり、素より從來の方針に向て研究怠らざりしが、有名なるカベンヂシの研究にして未だ世に出でざるもの多きを歎きて其傳を著せり、此書によりて初て比感應率の發明者は實はカベンヂシなること世に知られたり、本講義第一卷フアラデイの傳を見よ、此書の完成せるや否や彼の電氣學及び磁氣學の論と題せる氏が著述の第二版をものせんと思立ちしが惜むべし、纔に其端を開きし迄にて病に罹り明治十二年十一月五日に歿しぬ、享年僅に四十九、當時世人はマックスエルの死により學問界に被りたる損害こそ永く、恢復するとき無らんめれとて哀み合へりき



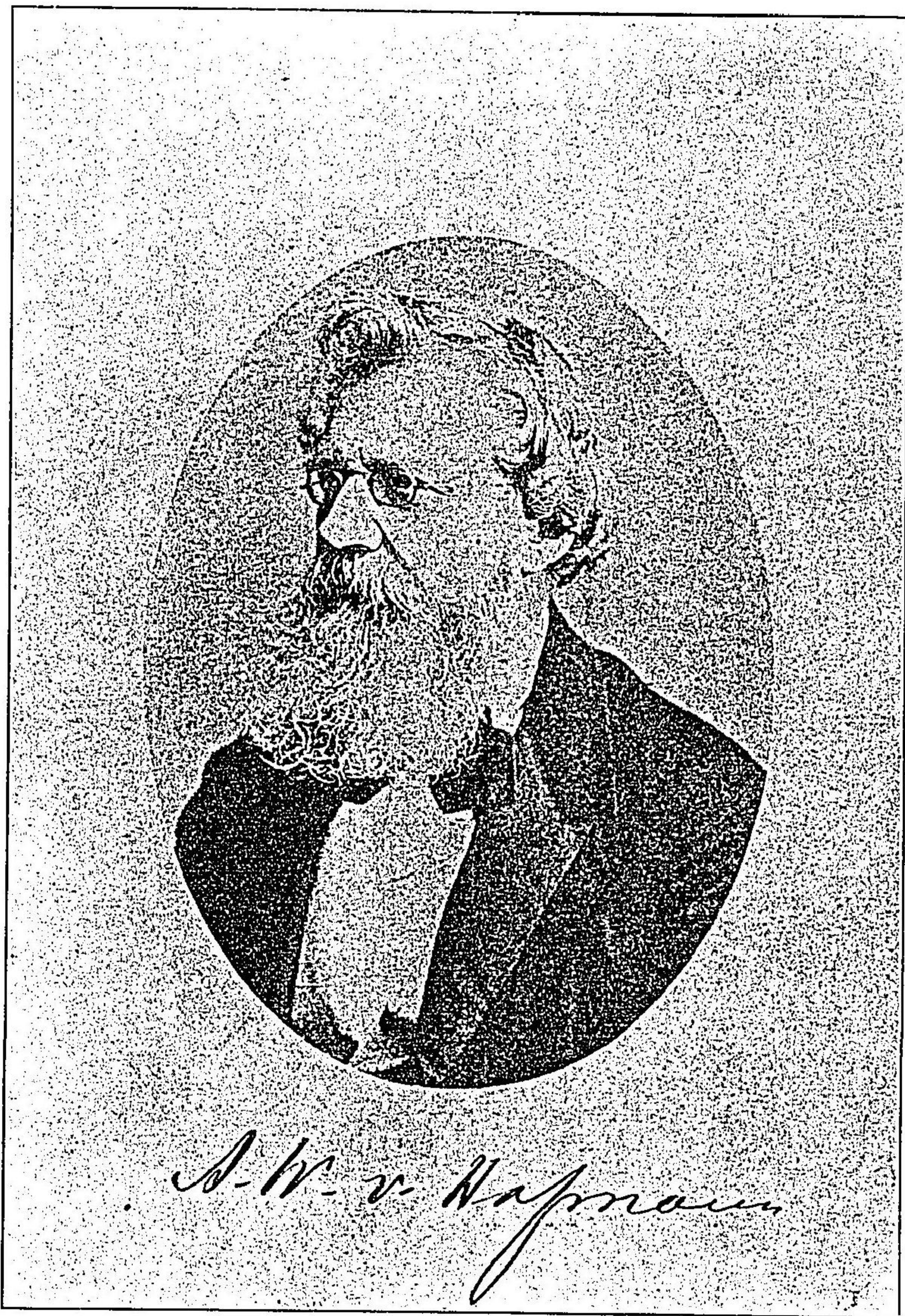
ヘルマン フォン ヘルムホルツ

小川一眞製

### ヘルマン フォン ヘルムホルツの小傳

ヘルマン フォン ヘルムホルツは實に近代に於ける物理学及び生理學の泰斗にして紀元二千四百八十一年八月三十一日獨逸ポツダム府に生れ明治二十七年九月八日ベルリン府に歿せり氏は秩序ある高等教育を受けしことなく稍や長ずるやベルリン府なる軍醫學校に入り業を卒へて軍醫に拜命しポツダム府の鎮臺附となり二十一歳のとき初めて生理學上の論文を著はし二十六歳のとき「エチルギ」の不滅と題せる大論文を草せり是氏が物理学に關する論文の嚆矢にして實に近世に於ける最も深遠なる卓見なりとす此論文はエチルギの不滅の原理を攻究し博くその應用を網羅し彼の磁電氣感應に關する有名なる定理の如きも亦初めて此論文を以て世に公にせられたり其他この論文の爲め學術の進歩を促がせしこと頗る較著にしてクラウジウスが其師マダナスの勸告により熱學の第二の法則を發見せしが如きも亦その源を茲に發す

氏は二十七歳のとき軍醫の職を退ぎベルリン府なる美術學校の教員となり翌年キールニヒスベルク府の大學に轉じて生理學教授に任ぜられ三十四歳にしてボン府の大學校に轉じ三十七歳のとき更にハイデルベルヒ府の大學に轉じ在職十



アウグスト・ワイルヘルム・フォン・ホフマン

小川一真製

四年にして五十歳のときベルリン府の大學に聘せられ初めて物理學教授に任ぜられたり時に明治二十年に於て有名なる電氣工業家ベルテル シーメンズが巨資を投じて帝國理工科研究所を創立するや氏は聘せられてその長を兼ね門弟を率ひて殖産工業に關する研究に従事せしより頗る隆盛を來たし佛國の萬國度量衡研究所と相對峙して敢て譲らざるに至れり  
氏が研究の範圍は頗る浩瀚にして其論文の數も亦甚だ多く單にその論題を列擧するのみにても正に數十頁を埋むべしその純粹に物理學に屬する研究は氏がベルリン府に轉ぜし後にありてその以前は生理學教授の任にありしを以て専ら生理學の研究に従事せり  
物理學研究の結果として最も有名なるものは前記の「エチルギーの不滅」と題する論文の外重學に於ては渦の論電氣學に於ては電氣分解の論及び磁電氣感應の論光學に於ては顯微學の論及び分散の論等とす中にも渦の論は頗る有名なるものにして實に流体力學の根柢とす又生理學上の研究は多くは物理學と多少の關係を有するものにして視覺の研究音響の研究等は實に稀世の大論文なりとす

アウグスト 井ルヘルム フチン ホフマン小傳

August Wilhelm von Hofmann.

先生は一八一八年四月獨逸國ギーセン市に生れ長じて同市の大學に入る始め哲學及び法學を専攻したるも化學大家リービヒの盛業隆譽は先生を動かして化學を修むるの志を起さしめたりリービヒの化學界に於ける感化力の如何に大なりしかは先生がリービヒの傳を草するに及んで稱揚して止まざりし所なり先生は一八四五乃至一八四八年の間は獨逸國ボン大學の化學教授たり一八四八年より一八六四年に至るまで英國欽立化學学校の校長として大に同國に於ける化學教育の爲めに力を致し功績頗る擧がる一八六四年再びボンに歸り翌年ベルリンに移り同大學の教授たり一八八八年貴族に列せらる先生の研究は主として有機化學に在りて窒素及び磷を含有する鹽基類の發見は當時の理論的攻究を資けたるを少からずと雖も先生の事業は理論の開發にわらずして寧ろ實驗的研究に在りたるが如し是れリービヒ己下現今の有機化學大家バイエル、フイッセル等に至るまで

皆軌を同うする所にして有機化學の領域が非常に擴張せられたるは主として是等諸大家及び其の門人が煩勞を厭はず失敗に沮れず堅忍の志を以て精進の思を練り致々實驗に従事したる結果といふべし而して純粹なる學術と工業との關係の密接なる獨逸國の有機化學と其の化學的製造とに於ける如きは稀に其の比を看る所にして先生の最大事業は實に此の密接の關係を喚起するに在りたり先生の始めてアニリンを研究したるは其の一個の有機性鹽基たるが爲めにして毫も其の實用を期したるにあらざれども先生の研究はコールター染料製造の基礎と爲れり而して此の製造の進歩は芳香體の化學の進歩と常に相伴ひ今日學術上に於て發見する所あれば明日之を製造の上に施し相競ひて進むを以て製造の指導は學術に熟達せる化學者にあらざれば得て望むべからざるに至れり且つ製造の際に觀察せられたる種々なる事實は直に學術上研究の材料と爲るが故に學者をして毫も手を空しくするを得ざらしむ加之有機化學の進歩は藥劑香料等の製造にも應用せられ是等も亦化學者を刺戟して其の進歩を促すの具と爲れり獨逸國に於ける有機化學の進歩が殊に諸國に冠絶するは洵に故あるなり而して此

の盛運を喚起するに於て先生が指導誘掖の功最も大なりとす且つ先生自己の研究及び其の感化は化學の應用上に至大の影響を及ぼしたりと雖も先生は決して直接の有用のみを目的とするをなく眞理を開發するを以て至竟の目的と爲し工業上の應用の如きは眞理の發見に伴ふべき自然の結果と看做し之を以て自ら務め之を以て其の門下を率ひたるは大に近眼なる應用論者と其の趣を異にする所にして獨逸國の化學者の多數が尙ほ單に合ふべき物品を造るを以て満足せず事物の眞相を尋ぬるに汲々たるは學問の進歩上最も健全の兆候たるを疑はず而して此の良學風を馴致したるに於て先生の薰陶與りて力ありといふべし獨逸化學會は先生の創立したる所にして其の盛大を致したるは先生が斡旋の勞多きに居れり

先生は化學の教授上にも頗る意を致し其の講義は最も通暢明快なりしといふ殊に初等化學の講義に伴ふべき實驗は先生の創案に係るもの少からず所謂ホフマン装置は諸學校に於て今尙ほ廣く使用せらるゝを看るなり一八六四年に刊行せられたる近世化學入門の如きは今尙ほ近易なる化學書の模範と爲すに足れり



S. Sarsky

G. H. Hoff

V. H. de Bel

ル - ツ ス パ  
フ ト = ソ フ ア                      ル ベ ニ ル

小川一真製



先生は又英佛伊等の語に通し古典に精く頗る文筆の才ありリービヒ、ゾーレル、デューマー、ウルツ等の化学大家を傳し其の事業を評論せるもの文字巧妙議論亦穩當精確實に斯學界の絶品と稱す  
先生一八九五年五月逝去す化学者其の遺徳を懐ひ Hoffman || Inst. Ch. Ch. ートを起し以て先生の功業を表彰せり



ルイ パスツール小傳 Louis Pasteur.

先生は一八二二年佛國デマラ縣ドルに生る始め化學を修めディチンなる中學の化學教師たり後ストラスブルグに移り一八五四年終にパリに移り教授と爲る先生の始めて名を爲したるはラセミック酸を右旋酒石酸と左旋酒石酸とに分解したるに在り而して此の研究は有機化學の一部門なる立體化學の成立に與りて大に力あり先生は其の他に化學上の研究少からずと雖も殊に舉示するの價なし先生は始め化學者として名を知られたるも其の大事業は微菌學の上に在りて自然發生論を撲滅したるが如き蠶の微粒子病を研究し之が豫防法を講したるが如き酒類腐敗の源因を尋ね其の保存方を示したるが如き葡萄酒麥酒醋等の醸造に關する研究の如き炭疽病鶏虎列刺恐水病等の研究及び接種豫防法の發見の如き孰も微菌學史上に特筆大書せらるべきものにしてパリに於けるパスツール・インスチテュートは永く先生の功業を後世に傳ふべし而して先生が微菌學に於て斯の如く偉大の功業を建てたるは固より先生が絶倫の精力と無双の才識とに依ると雖も

其の夙に化學的教育を受け精密なる研究の方法に熟達し之を移して微菌の研究に應用したるの結果に外ならざるなり  
先生一八九五年を以て逝去す國人哀惜す

ジュール ルベル小傳 Jules A. Le Bel.

一八四七年アルサスに生るバリに於て理化學を修め家居講究を事とす有機化合物の旋光性がアシメ炭素即ち四個の相異なりたる根と結合せる炭素原子と相伴ふを發見し立體化學の基礎を立てたり此の發見は殆どファン・トフ先生と同時に於て兩者期せずして同一の結果に達せるなり

ファン トフ小傳 J. H. Van't Hoff.

先生は一八五二年八月和蘭ロッテルダムに生れ久しくアムステルダム大學に在て物理化學の教授たりしが兩三年前より獨逸國ベルリン大學に招聘せられ物理化學を講せり先生が始めて名を成したるはアシメ炭素が有機化合物旋光性の原因

たるを發見して立體化學の基礎を建てたるに在り先生の著書空間に於ける化學一八七七年刊行は實に此の發見を世に紹介したるものなり

然れども先生の本領は有機化學に在らずして寧ろ物理化學に在るが如く一八八四年には化學力學を著して大に學者の注意を惹けり此の著述は先生が門人と共に從事したる研究の結果を集録し之れを貫くに活動量の定律と熱力學とを以てし化學變化の速度、化學的平衡等を論じ開發する所尠からず一八八六年に至り有名なる溶解論を世に公にして滲透壓力が氣體壓力と同一の定律に従ふを明にし分子量の測定方に理論的根據を與へたるのみならず電氣化學に至大の援助を與へ遂に理論化學の面目を一新するに至れり其の他複鹽の生成及び分解に關する研究の如き酸化に關する研究の如き看るべきもの甚だ多し蓋し先生は最も原造力に富める一個の天才にして其の奇想妙論天外より落ら來るが如く屢々新領域開拓の先導者として大功を成せるも前人の議論を祖述し若くは陳套を襲ふて實驗を精密にするが如きは先生の長所に非ざるなり先生尙ほ春秋に富み致々として研究に従事せらる吾人は更に先生の發見を歡迎するの日あるべきを信ず

るなり

ヂヤン セルゼイ スタス小傳 Jean Servais Stas.

先生は一八一三年九月白耳義國レーエンに生るブリッセルなる陸軍大學に於て化學の教授たり分析術法化學等の研究に従事し發見する所甚だ多し先生の實驗的研究は注意最も周到にして精細緻密なるを以て稱せらる現今一般に用ひらるる銀、沃素、臭素、鹽素、カリウム、ナトリウム、リチウム、鉛、硫黃等の原子量は先生の測定に係り化學者が標準と爲す所なり其の銀を精練するや酸水素燐の高熱を用ひて之を蒸溜し毫も夾雜物を認めざるに至り始めて己めり復以て先生が測定の完全を期する爲めには悉さざる所なかりしを知るべし一八九三年に卒す

化學本義

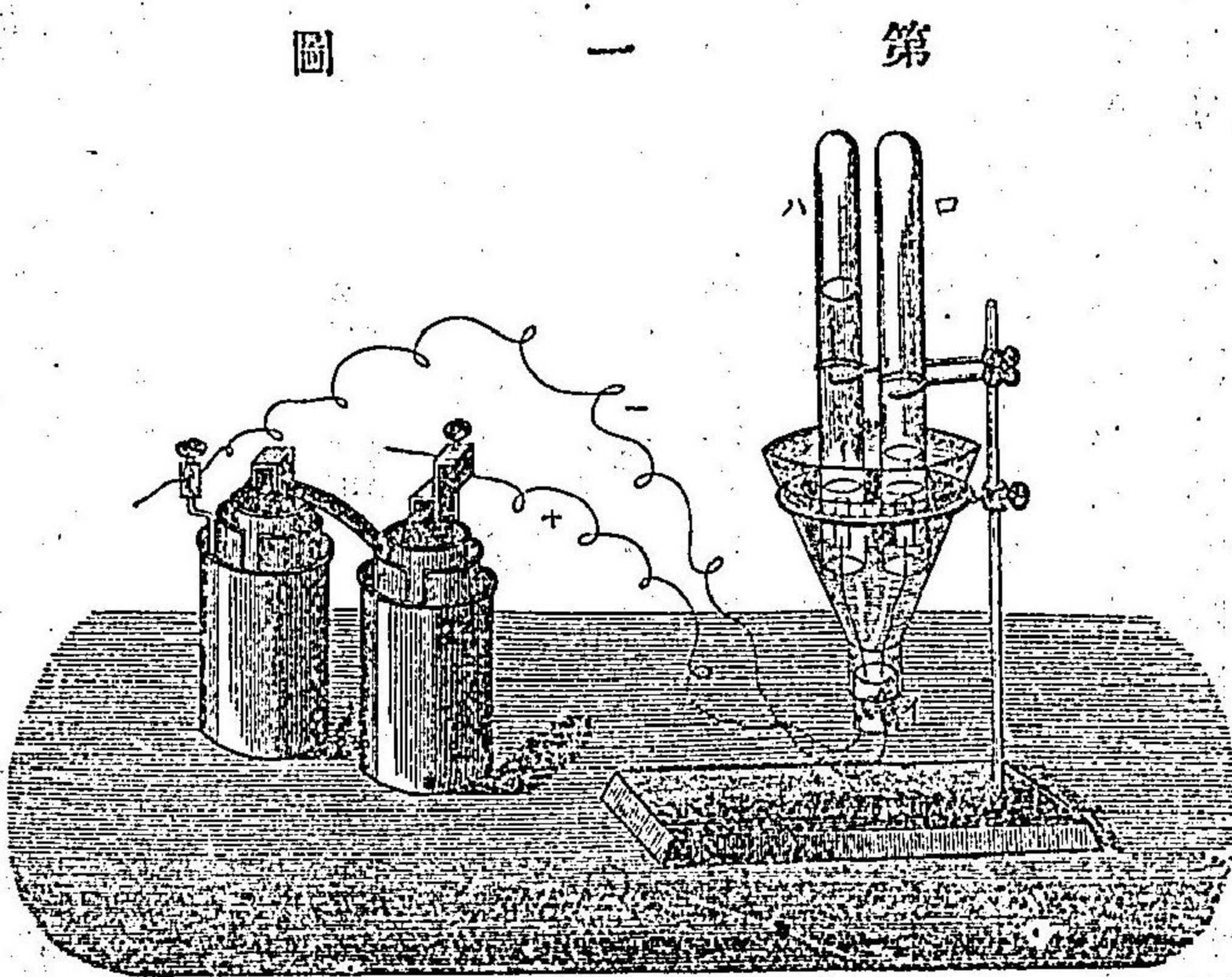
理學士 池田菊苗 講述

第一篇 化學通論

第一章 水

第一節 水の電氣分解

一 電池の兩極を純粹なる水中に浸すも通常何等の變化をも呈するをなし然れども少許の硫酸を注加すれば忽ち氣泡の電極より發出するを看る今白金を以て電極と爲せば氣體は同一に兩極に顯はるべし此等の氣體を捕集して之を試験する爲めに第一圖に示す如き装置を用ひて硫酸を加へたる水を盛りロハなる硝子管に水を滿して兩電極上に倒懸し電流を通すれば氣泡は盛に發出して硝子筒に集まるべし其體積を檢するに陰電極より



發してロ筒に集まりたるものは陽電極より發してハ筒に集りたるものに正に二倍すべし而して兩筒内氣體の量次第に増加するに關らず此割合は終始一定にして變化するをなし

二 陰電極より發したる氣體が殆どロ筒に満つるを俟ちて電流を絶ち拇指を以て筒口を蓋ひ筒を取り出して之を倒持し拇指を去りて筒口を火に近くれば筒内の氣體は微紫色の炎を發して燃ゆるを看るべし次に再び此の氣體を捕集し筒口を上にして之を開き數秒時を経たる后火を接するも少も焚燃の兆なかるべし是れ此短時間に此の氣體が悉く空氣中に逸出したるに由れり前試験に於けるが如く筒口を下にする時は五分

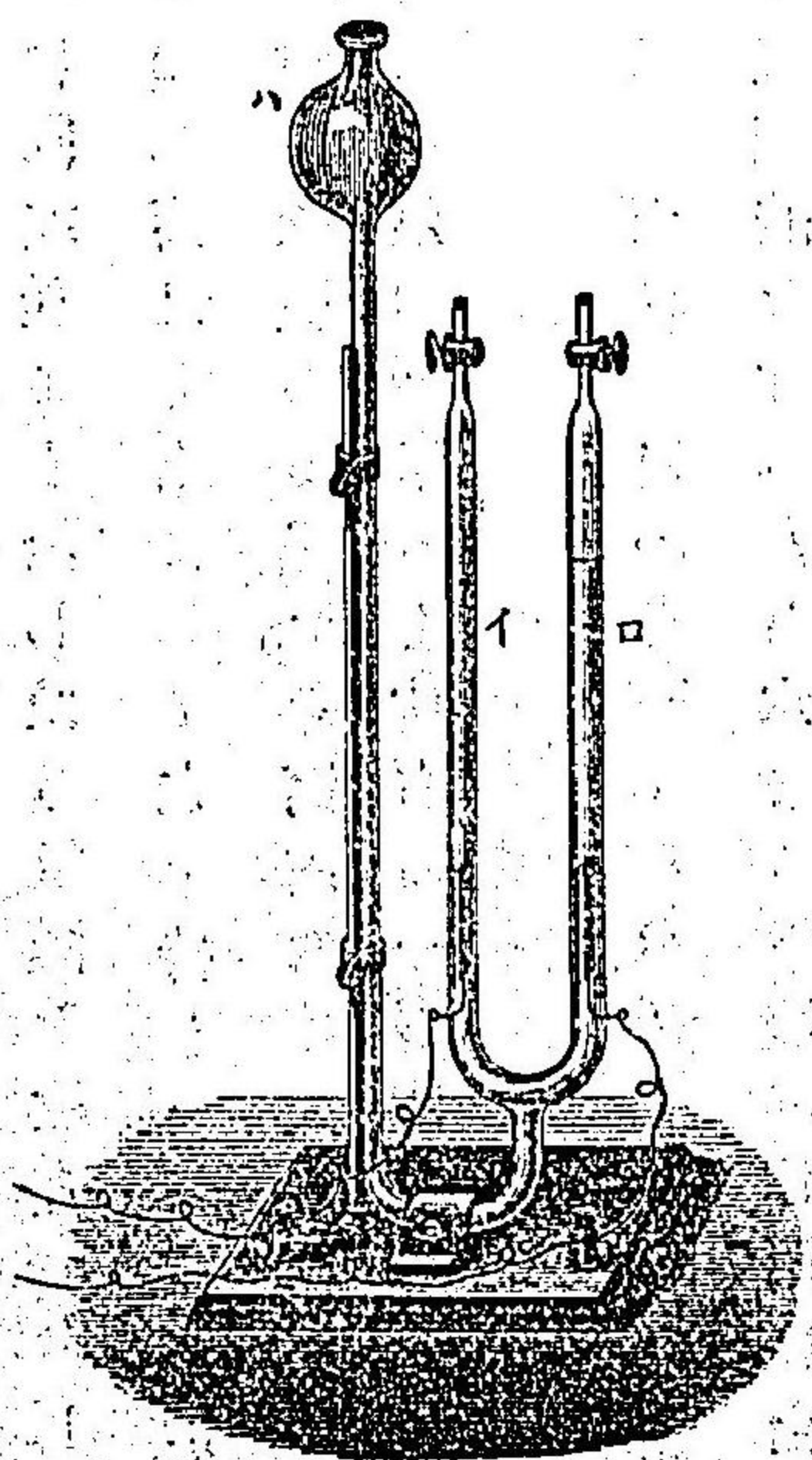
十分を経るも筒内の氣體は依然として引火すべし此の氣體が空氣に比して甚だ輕きを明なり此の氣體を名けて水素といふ

三 次に陽電極より發したる氣體を檢查すべし前項に説きたる手續を以てハ筒を取り出し筒口を上にして之を持しマッチに點火して之を吹き消し急に拇指を去りて尙ほ餘燼あるマッチを筒内に差入るれば其の再び點火するを看る此の氣體中に於て燃焼の盛なるとは右の一事に徴して知るべし此の氣體を名けて酸素といふ

四 後章に至れば自から明なるが如く硫酸の量は容易に精密に測定せらるゝものなり又硫酸を加へたる水より電流の作用に由りて發する酸素及び水素の量は電流の強さと其の作用する時間とに比例するものにして長時間電流を通ずれば發出する二氣體の量は頗る多かるべし而して硫酸の量を測るに當初加へたる所より毫も減少するとなし之に反して水の量は發出したる二氣體の體積に比例して減少するのみならず消失したる水の質量が二氣體の質量に等しきを實驗に由りて證明するを得べし故に水が變して水素酸素の兩氣體となりたるを明なり斯

の如く一物質より二種已上の物質を生ずるを分解といふ予輩は上記の實驗に於て電流に由りて水を分解し得たり

五 上記の實驗を行ふに第二圖に示すが如き裝置を用ふれば更に便利なるべしイロ二管の下部には白金板を付したる白金線を熔封せり今此の兩管に硫酸を加へたる水を滿して活栓を閉ぢ圖の如く電流を通ずれば水素はイ管に酸素はロ管



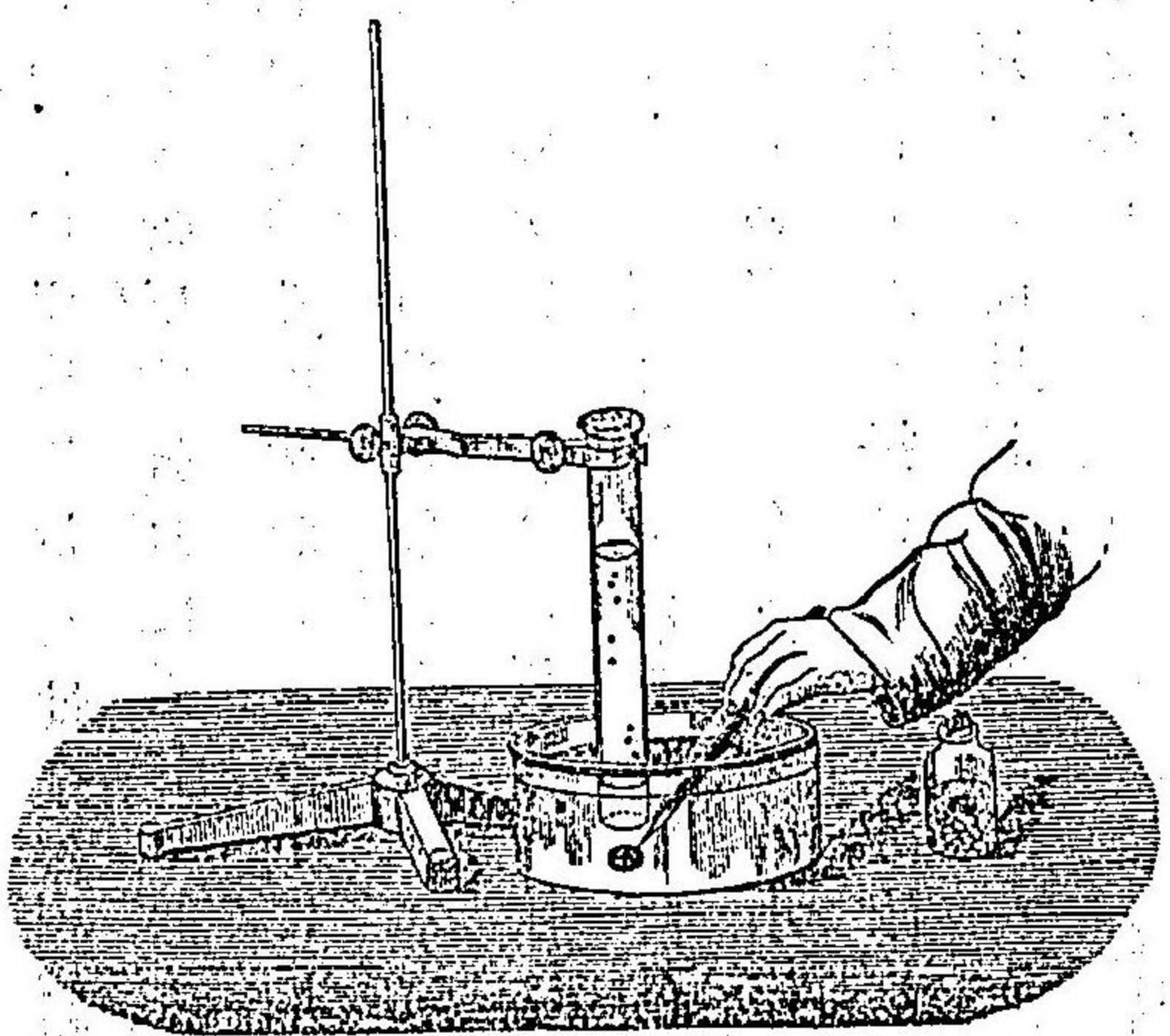
に集まるべし而して氣體の集積するに隨て排出せられたる水は昇りてハなる貯水球に聚まるなりイロ兩管に劃度しあるか否ざるも兩管の直徑相均しき時は發出したる水素の體積が酸素の體積に二倍せるとは一目して分明なるべし而してイ管の活栓を開けばハ球に昇りたる水の壓力に依りて水素は逃出すべきを以て之に點火して其の燃ゆるを看るべく又ロ管より

逸出する氣體は能く餘燼あるマッチを再燃せしむるを看るべし

## 第二節 水素

六 電氣分解に依らざるも水より水素を取るの方少からず其一二を左に述べん水は通常の溫度に於ては金、銀、銅、鐵、錫、鉛、亞鉛の如き尋常の金屬に作用するをなし然れども金屬は皆水に對して斯く無能力なるにはあらず水に逢へば忽ち劇しき變化を起すもの少からざる中にもカリウム、ナトリウムなど稱ふる金屬は其の作用殊に盛なり此の類の金屬は空氣中に在りても速に變化するが故に之を石油中に貯ふるを常とす其の質甚だ軟にして蠟の如く容易に小刀を以て截るを得べし而して其の新に切りたる面は白色の光輝あるを恰も銀の如く一見して其の金屬たるを認め得べし今カリウム小片を切りて之を水面に投ずれば忽ち叱々の聲を發し紫色の炎を揚げて回轉游泳し暫時にして一發の爆聲と共に消失すナトリウムを用ふる時は其の現象相似たりと雖も斯の如く劇烈ならずして自然に炎を發するをなし

第三圖



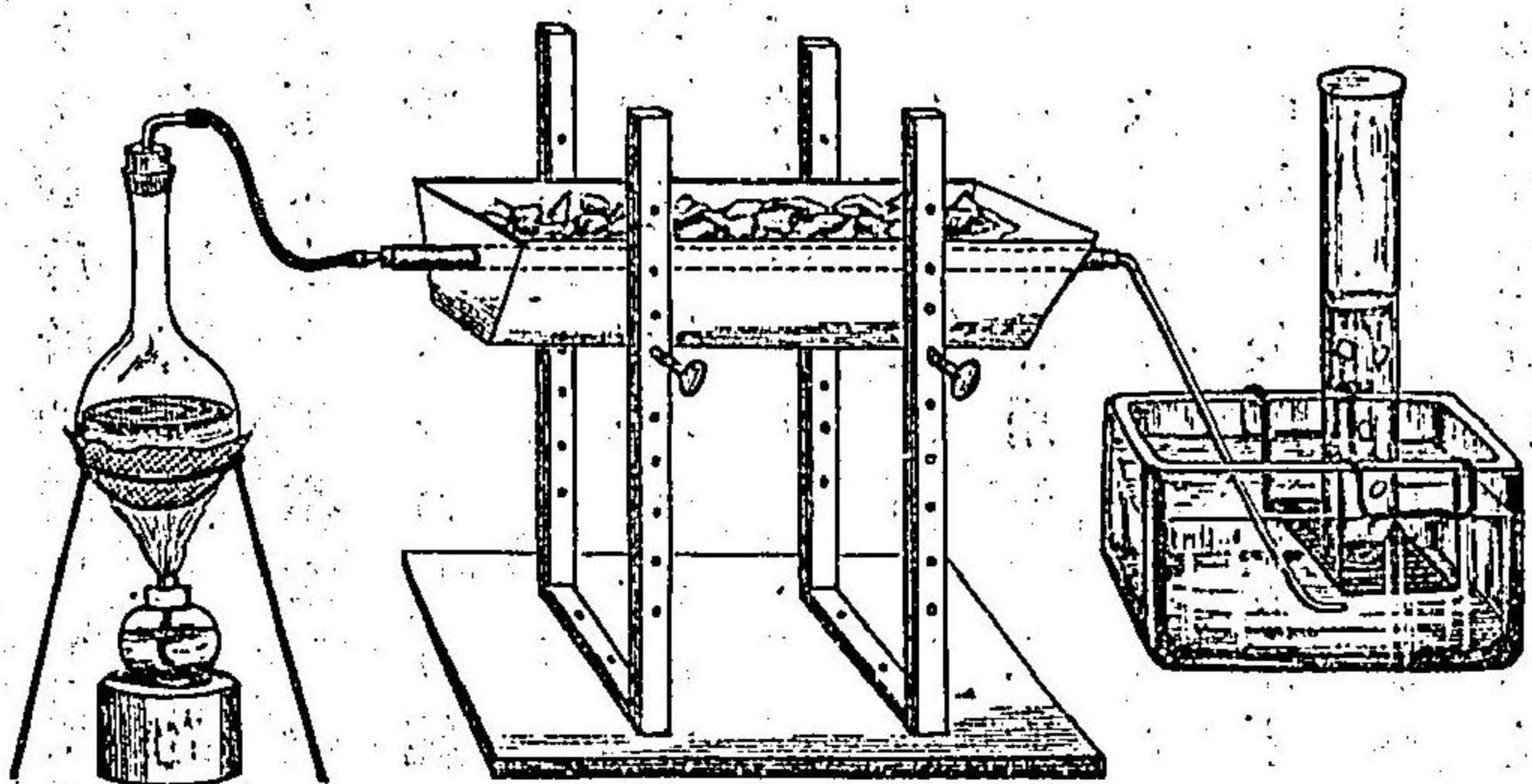
上記の實驗に於て叱々の聲を發したるは氣體の逃逸に由るならん然れども不幸にして水と空氣の中間に於て變化を起さしめたるが故に徒に現象を複雑ならしめて推究に便ならず須らく空氣なき所に於てナトリウムをして其の作用を呈せしむべきなり第三圖に示すが如く硝子筒に水を滿して之を水槽中に倒立し金網を以て作りたる匙を以てナトリウムの小片を壓下して之を筒口下に支持すれば水とナトリウムとの相互の作用に由りて發出する氣體は氣泡となりて陸續筒内に昇るべし此の氣體も亦透明無色にして電氣分解に由りて捕集したる所と其の外觀を同ふせり而して之を検すれば其の水素なるを知るべし今其の筒に滿つるを俟ち硝子板を以て其の口を蓋ひ筒を水中より出して之を直立せしめ筒口上に近く燭火を持し而して后硝子蓋を

六

去れば微紫色の炎筒内に降るを見るべし又他の筒に此氣を捕集し直立して蓋を去りたる后數秒時にして火を接するも毫も焚燃するをなかるべし此の二事に徴して右の實驗に由りて得たる氣體が水素なるを明なり次に斯の如くナトリウムの作用に由りて水素を發出したる水は如何なる變化を蒙りたるやを檢すべし赤色試験紙(リトマス紙)は純水に浸すも何等の異狀をも呈せず然るに之を上記の實驗に供したる水中に浸せば忽ち青色に變ず斯の如く赤色試験紙を青色に變ずるをアルカリ性の反應といふ而して此水を蒸發すれば白色の固體を殘留す此の物は水酸化ナトリウムと稱し甚だ水に溶け易くアルカリと稱する物質の一種にして其の水溶液は前に述べたるが如き反應を呈するなり此の實驗に於てはナトリウムは水に作用して水素及び水酸化ナトリウムを生じたるなり

七 水は獨りカリウムナトリウム等に作用するのみならず高溫度に至れば又鐵亞鉛の如き金屬にも作用して水素を發出するなり第四圖に示すが如く鐵管に鐵屑を容れ之を爐中に横へて赤熱しフラスコより沸出する水蒸氣を通ずれば水素を發生す導管に由りて之を水槽に至し圓筒に捕集し可燃性と浮上性とに徴して

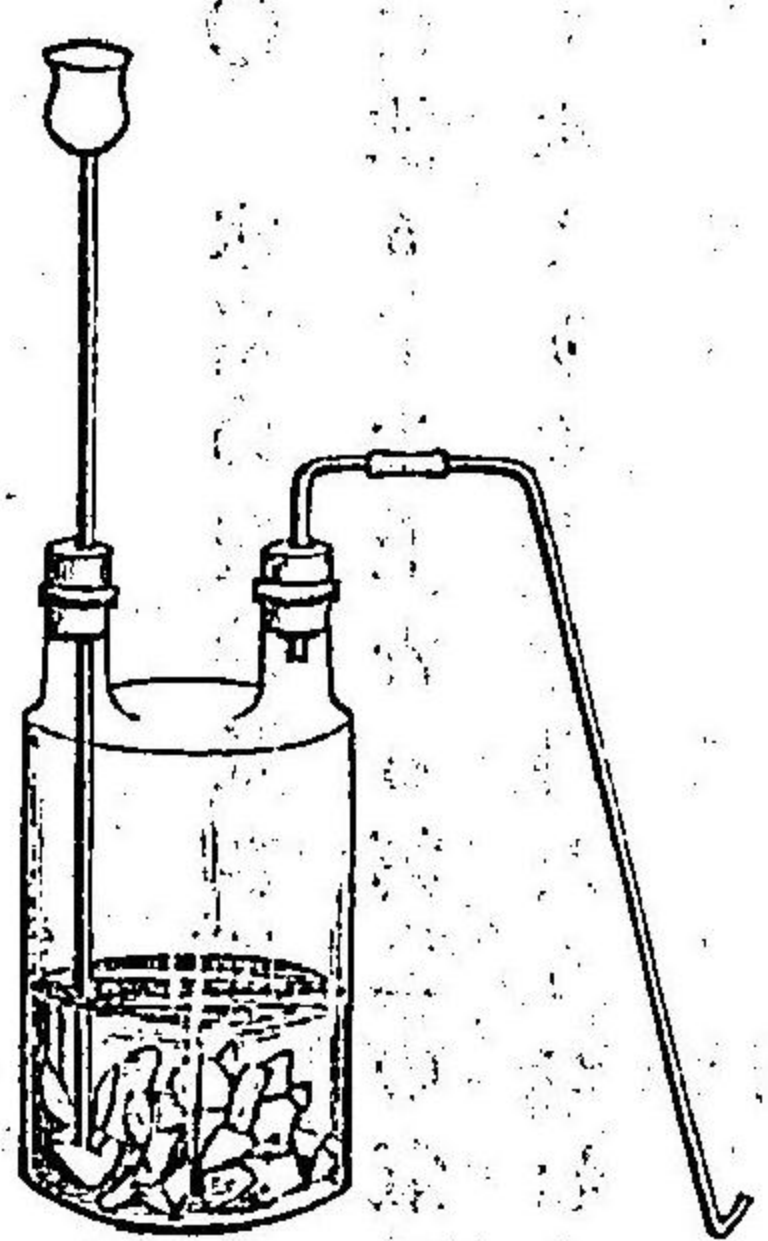
第 四 圖



氣混在せば鋭き爆聲を發すべく空氣の量愈少ければ其の聲愈低く純粹なる水素

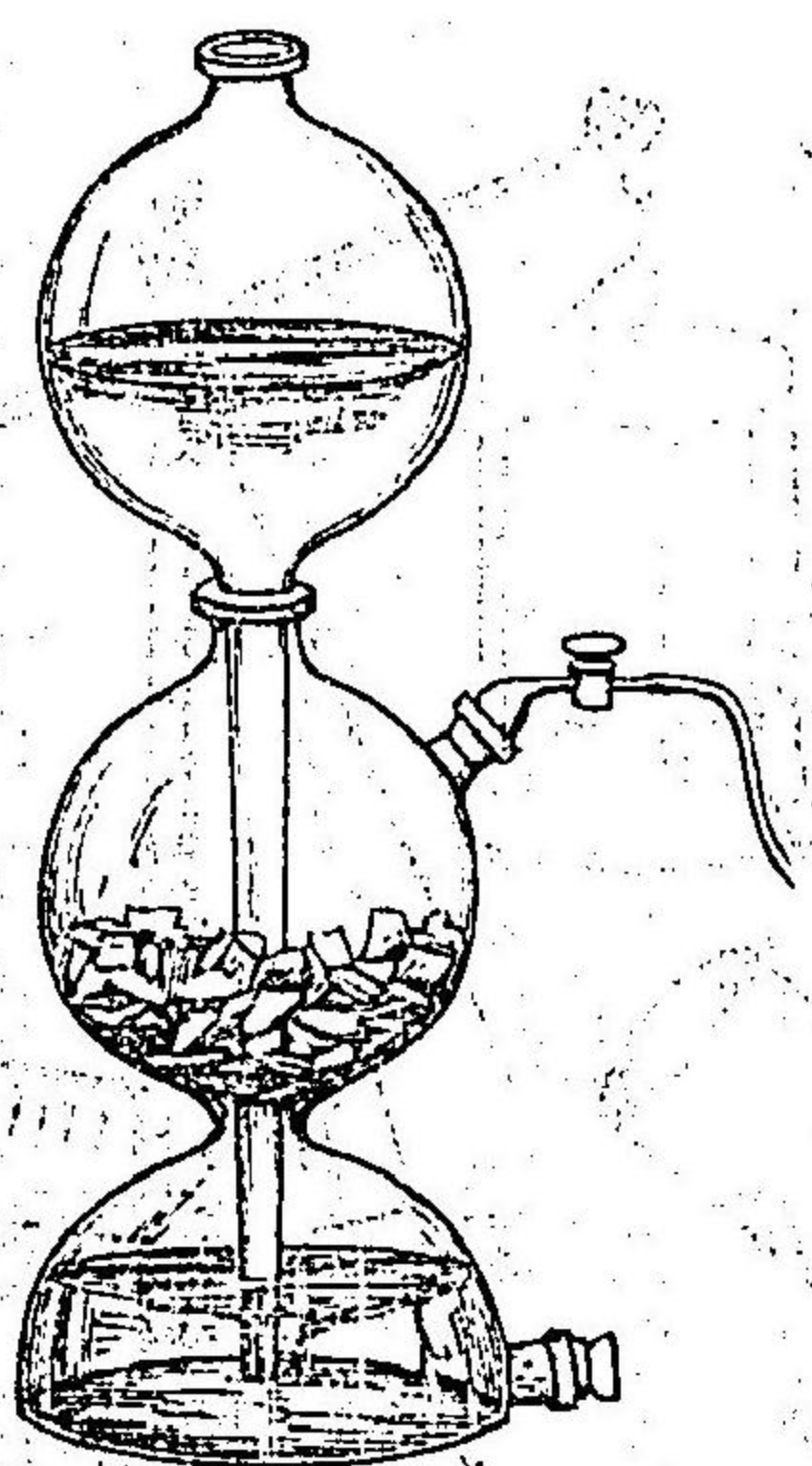
八

第 五 圖



は靜に燃焼すべし今導管より發出する水素に点火すれば其の焰の微紫色にして殆ど光輝なきことを分明に認め得べし

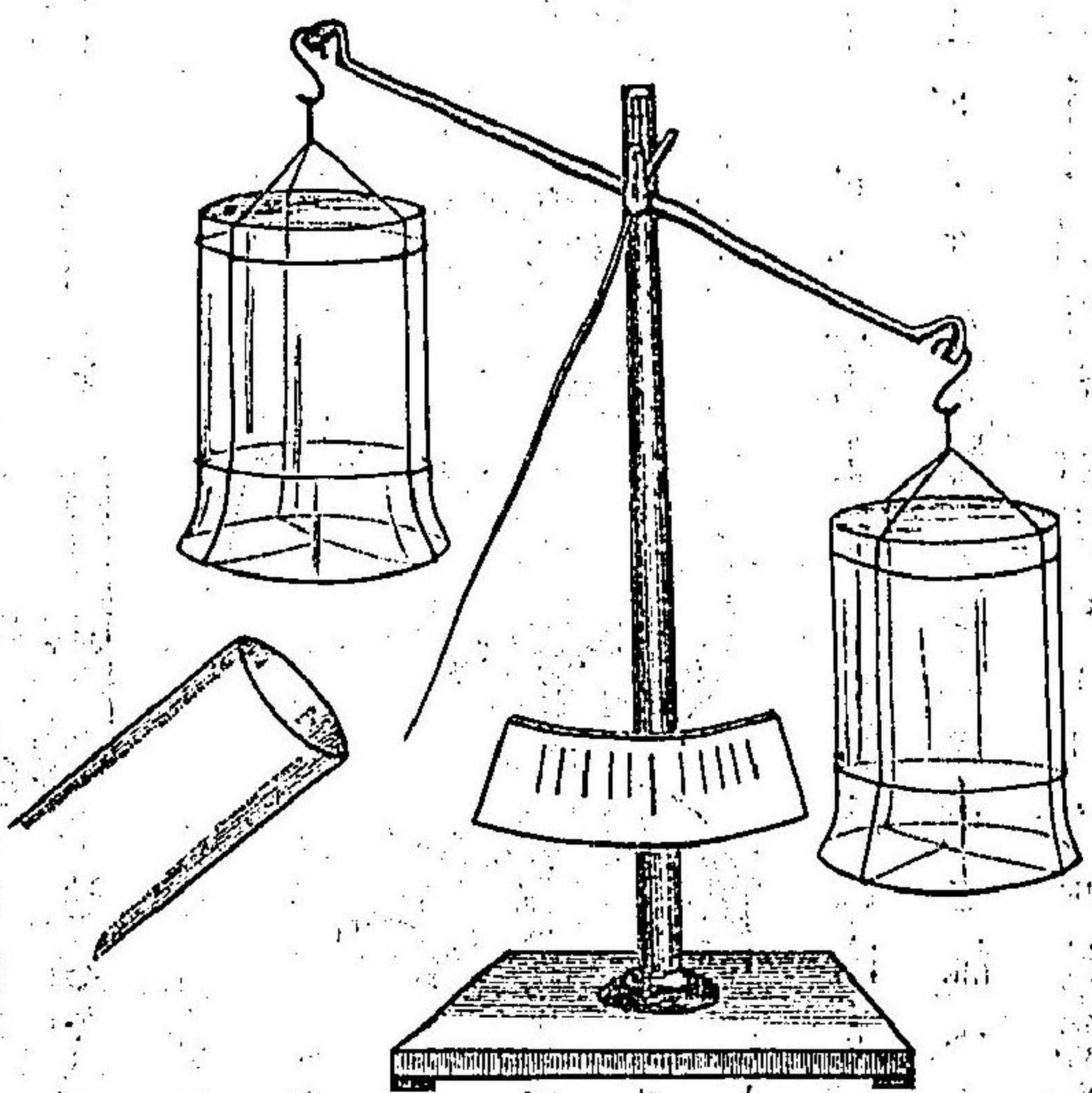
第 六 圖



間斷なき水素の氣流を得んと欲せば第六圖に示せるキップ(人名)の装置を用ふべし此の便利なる器を使用すれば隨時に水素を發出し得べきのみならず活栓を開くの度に應じて氣流の強弱は全く意の如くなるべし

に比して甚だ輕きとは左の實驗に由りて明示せらる第七圖に示すが如く天秤の兩端にビーカーを懸け適宜に重を添へて相平均せしめ一方のビーカーに圓筒より水素を上注すれば其のビーカーは忽ち昇騰すべし液體を下注して一器より他

第七圖

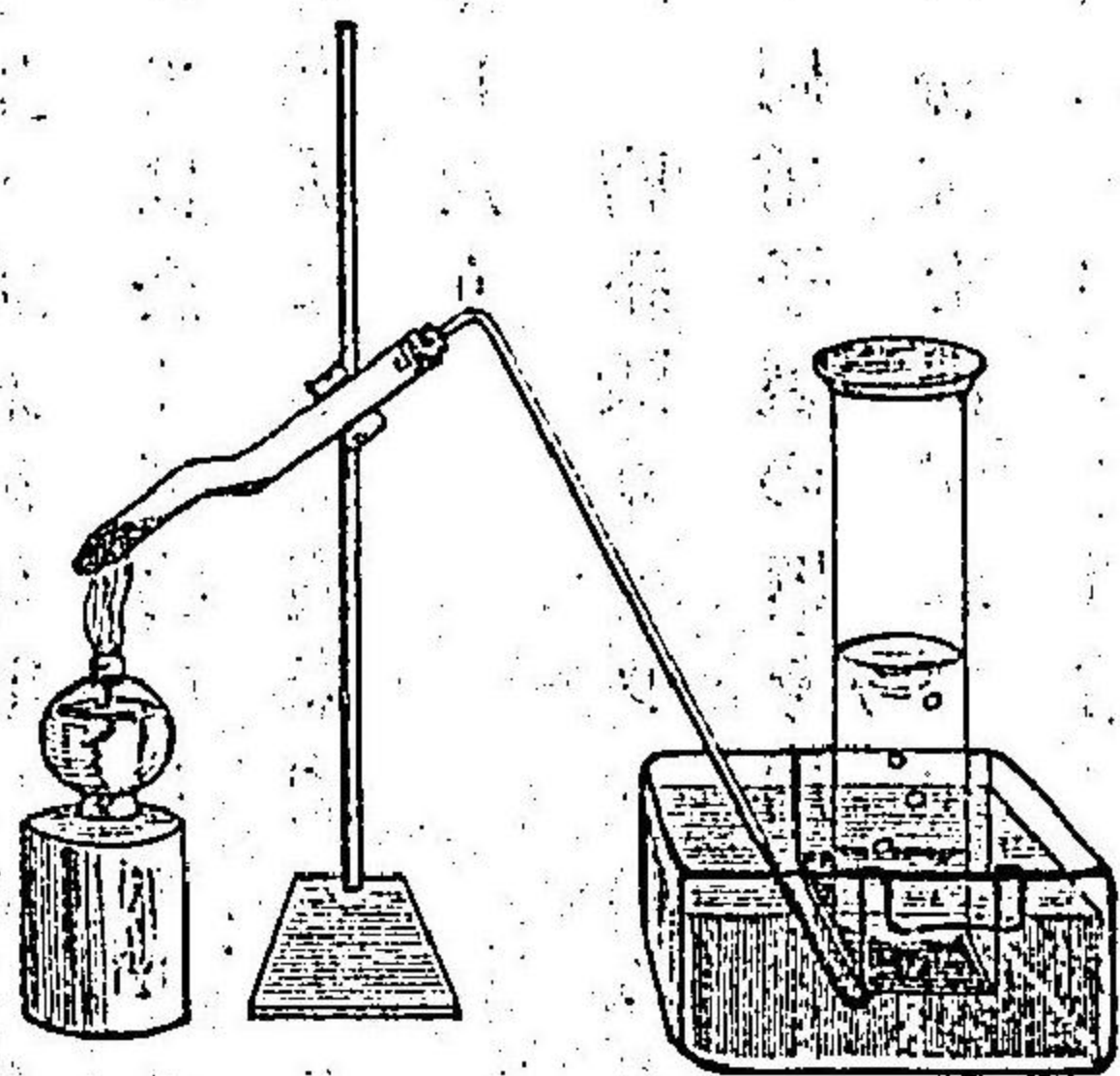


の器に移し得る如く水素は上注に由りて器より器に移すを得るなり  
水素は化學者が製取し得たる氣體の最も輕きものにして溫度は攝氏零度壓力は水銀柱七六〇耗の時其一立方寸の質量は僅に〇〇〇〇八九九瓦に過ぎず之を同溫度同壓力の空氣に比するに其の輕きを實に一四三八倍なり

第三節 酸素

一〇 水素の製法及び性質は前段に於て略ぼ之を説明したれば次に水の電氣分解に依りて生じたる第二の氣體即酸素に説き及ぼすべし、ナトリウムの作用に由りて水より水素を得たるが如く或物質の働を籍りて水より酸素を製取し得るにあらざるも茲に之を解説するは少く不便なれば第五十項に譲り他の製法を説

第八圖



くべし  
氣體化學の鼻祖として有名なる英國の化學者プリーストレイ Priestley は赤色酸化水銀を熱灼して始めて純粹なる酸素を製し得たり今此の方を行はんには第八圖に示すが如く硬硝子管に適量の赤色酸化水銀を入れて之を熱すべし、輒ち酸素と水銀とを生じ水銀は管の冷部に集り酸素は水槽に至りて捕集せらる其の果して酸素なるとは餘燼ある木片の

再燃するに由りて之を證するを得べし

一 上記の方法は化學史上有名なるものにして分解の現象の最好例なるも酸素の製取法として便利なるものにあらざる其の最良法は鹽素酸カリウムと稱する物質を以て赤色酸化水銀に代へ之を熱灼するに在り其の装置は前の實驗に用ひたるものに異ならず此の方法に由りて製したる酸素は全く純粹にして管中に存せし空氣を驅出したる已上は毫も爽雜物なきなり一瓦の鹽素酸カリウムは大約



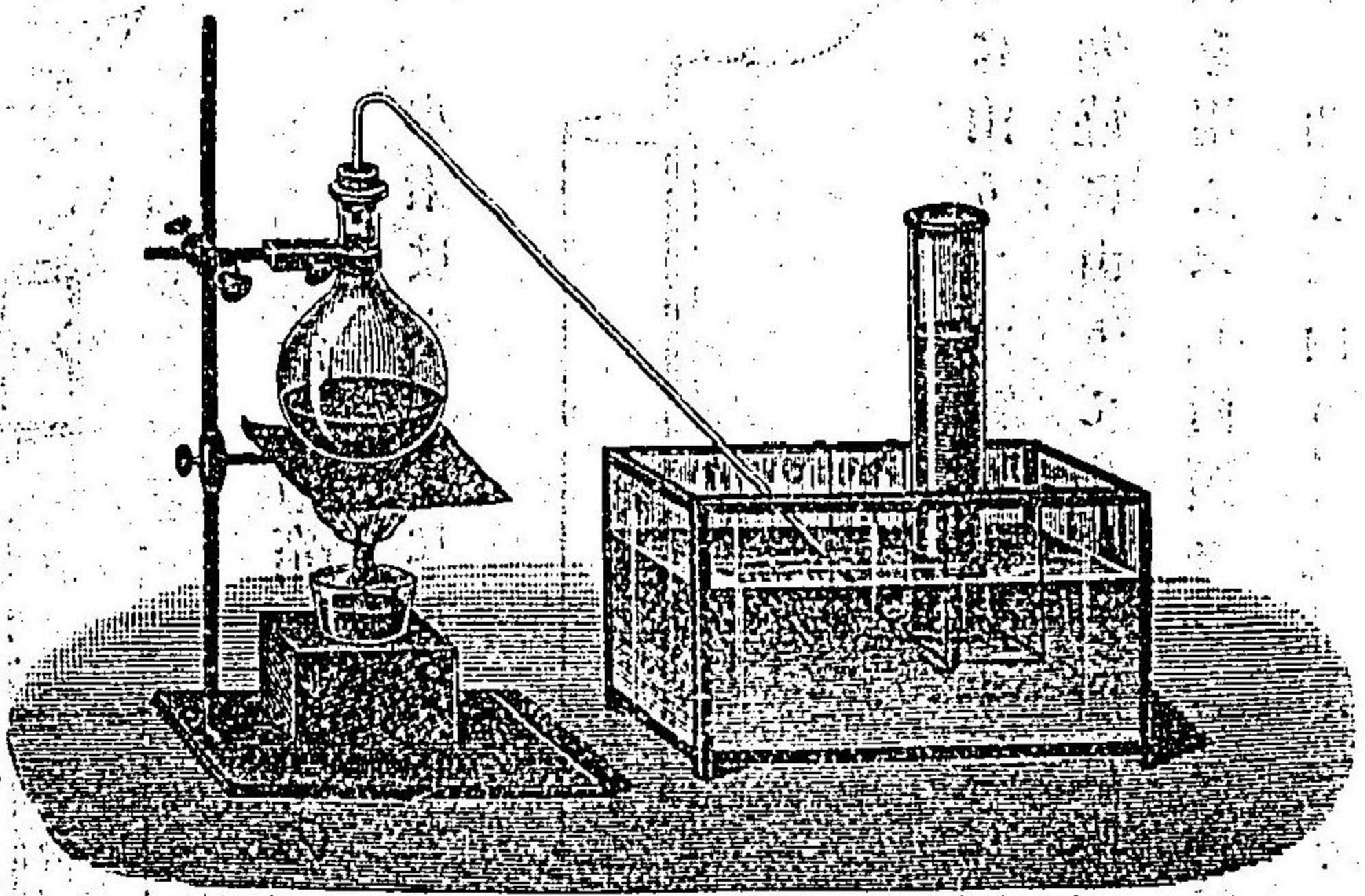
三百立方寸の酸素を與ふるものなれば此の割合を以て計算し得んと欲する酸素の體積に應じて之を用ふべし鹽素酸カリウムは白色板狀の結晶物にして之を味ふに一種の冷味を呈するも殆ど鹹味を帶ぶるとなし且つ其の水溶液は硝酸銀の水溶液に逢ふも何等の變状をも顯はすとなし然るに熱灼して酸素を放出したる後之を味へば冷味の外に食鹽の如き鹹味を呈せり而して之を水に溶解し硝酸銀の溶液を加ふれば白色凝乳狀の沈澱(凡て液體中より固體の分離するを沈澱といふ)を生ず酸素を放出したる後に殘留する物質は鹽化カリウムと稱し鹽素酸カリウムとは全く別物にして其の性質も全く異なるを知るべし此の製取法も亦分解の好實例にして鹽素酸カリウムなる一種の物質は鹽化カリウム及び酸素の二種を生じたり

一ニ 鹽素酸カリウムのみを熱して酸素を製せんとすれば頗る高き温度を要し隨て硬硝子製の器を用ひざるべからざるの不便あり然れども之に二酸化マンガン(ノ)の粉末を混ずれば頗る低き温度に於て酸素を容易に發出す此の混合物は第九圖に示すが如く通常のフラスコに入れ之を熱するを得べし二酸化マンガンは酸

第

九

圖



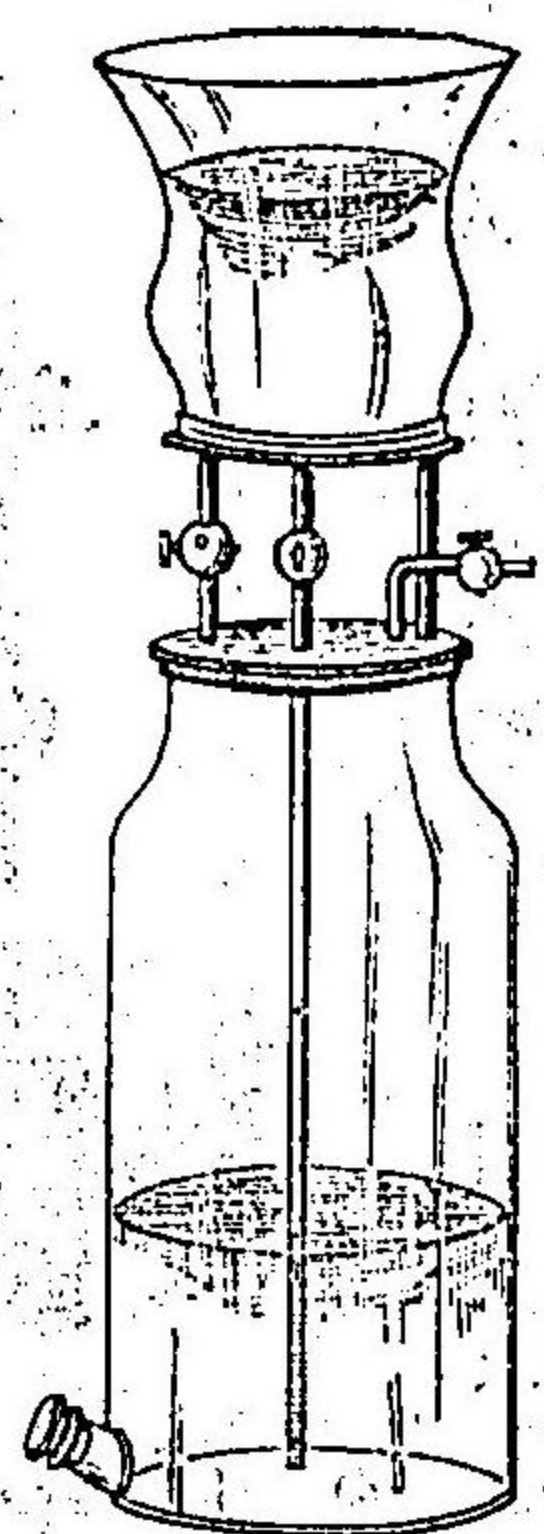
内に差入るれば再燃するを看るべきも傾持せし筒内の氣體は復餘燼をして焰を

素を發出したる後にも依然として存し毫も變化する所なきが如し

上記の方法を用ふれば略ぼ純粹なる酸素を多量に製するを極めて容易なれば之を適宜なる圓筒壘等に捕集するの外尙ほ第十圖に示すが如き貯氣器に蓄へ以て次節及び次章に記述するが如き種々なる實驗に供すべし

一三 酸素は水素と同く臭味色なき氣體にして空氣に比すれば稍重く空氣を標準とすれば酸素の比重は一〇五にして其の差大ならざるも酸素は空氣中に於て下注し得るなり今一筒に酸素を満し之を直立せる圓筒上に傾持すると少時にして餘燼ある木片を直立せる圓筒

第十圖

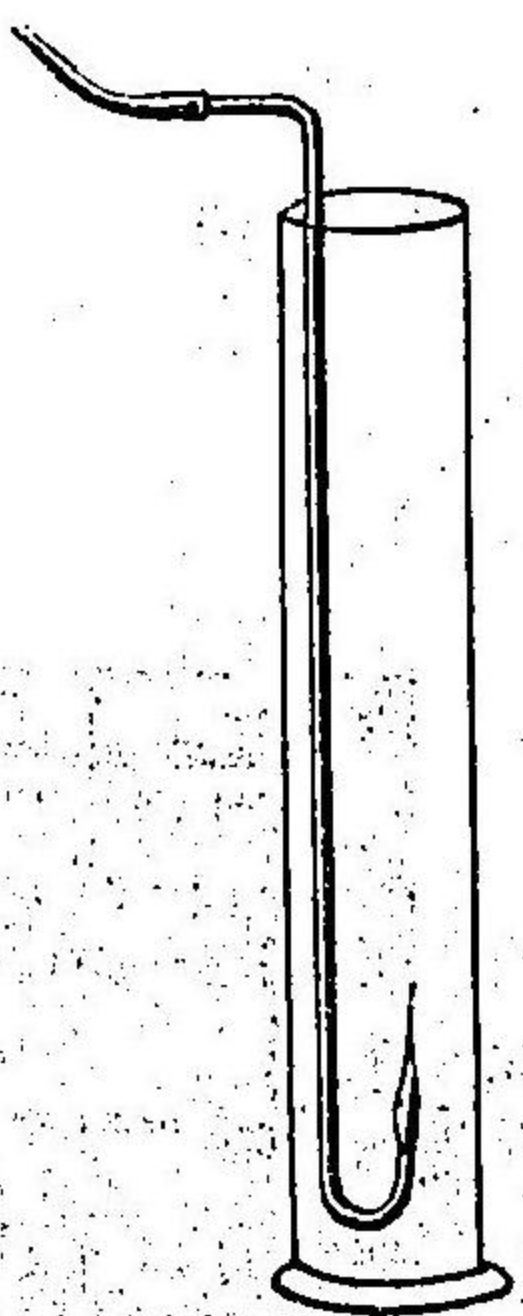


發せしむるの力なきなり、酸素一立方厘の質量は零度七六〇耗の時〇〇〇一四二九瓦にして水素より重きを殆ど十六倍なり

### 第四節 水の合成

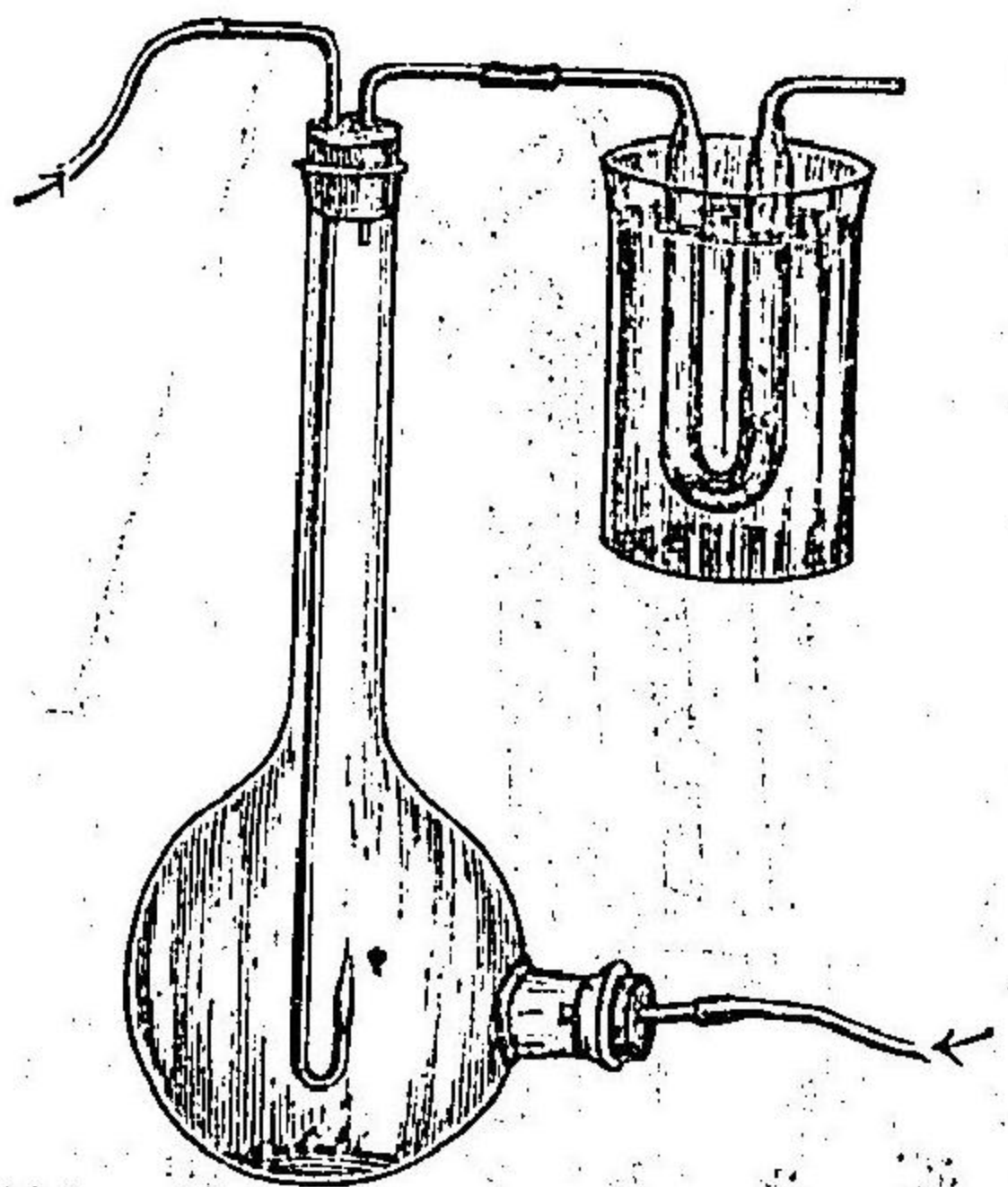
一四 水素は空氣中に於て燃えたるが如く酸素中に於ても能く燃ゆるなり第十

第十一圖



一圖に示すが如く硝子曲管より水素を噴出せしめて之に点火し之を酸素を満したる圓筒内に降す時は其の善く燃焼するを看るべし若し豫め圓筒を清拭し置けば濕氣の其内面に附着するに由りて水素が燃焼するに當りて水を生成たるを知るべし此の燃焼に由りて生ずる所は唯水のみなるを證するには第十二圖に示すが如き装置を用ふべし兩頸フラスコ内に酸素を通し前の實驗に於けるが如く点火せる水素を曲管に由りて送入しコルクを緊塞すれば燃焼の結果たる物質は悉く導管

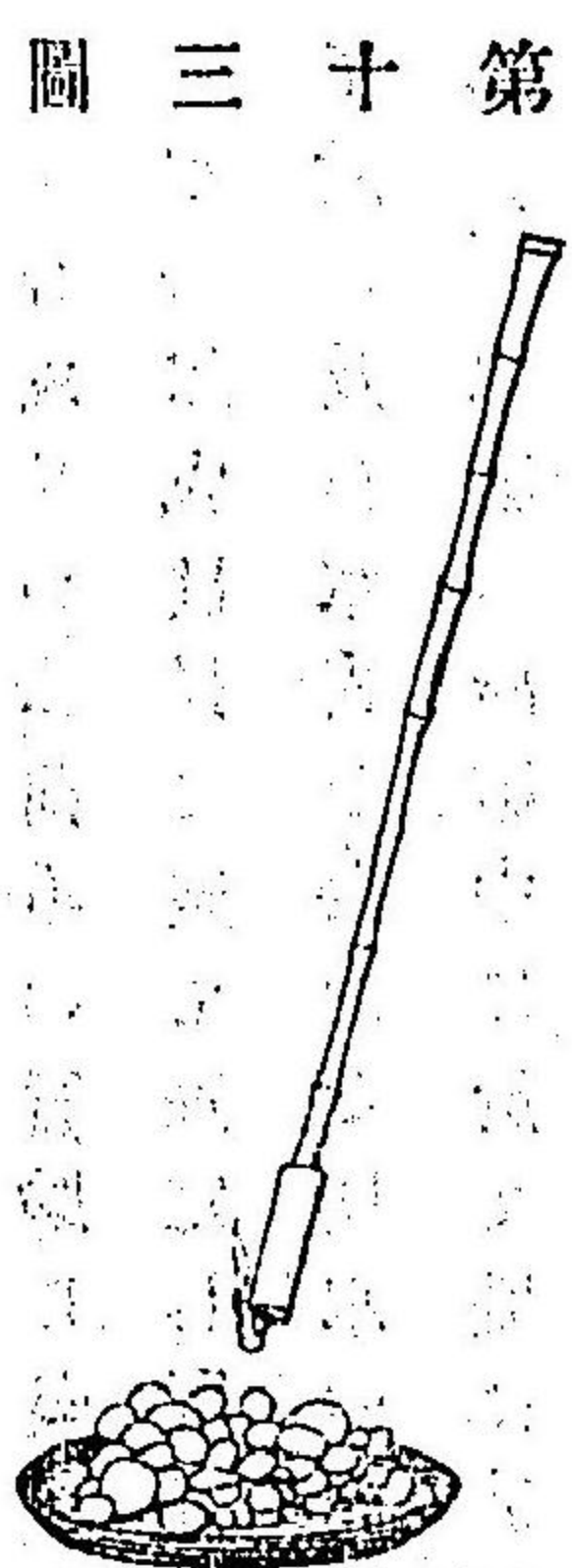
第十二圖



より出づべし而して其のU字状部を冷却すれば水分は概ね茲に集まり導管の端より逃出せるは酸素のみ而して酸素の送入を加減すれば此の逃出口を殆ど全く遏止するを得べし

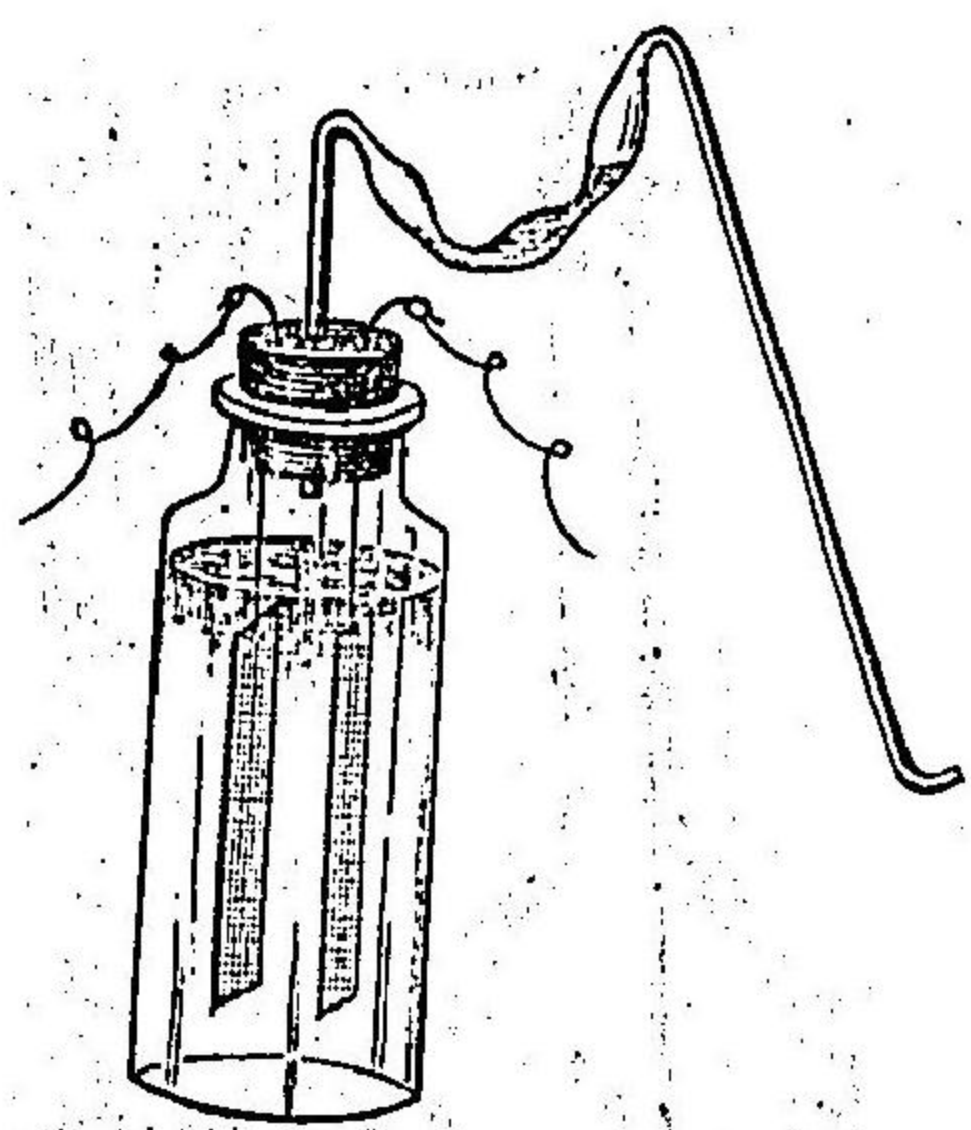
一五 上記の實驗に於て酸素、水素の二物質は變じて水なる一物質となり、斯の如く二種已上の物質が結合して新規なる一種の物質を生ずるを化合といひ二種已上の物質を合して新規なる一種の物質を合成といふ、前項の實驗に就て予證は酸素、水素の二氣體より水を合成し得たり水の組成は茲に至て確定し復疑ふべきなし而して曩の實驗に於て電流に由りて酸素及び水素を得たるは水の分解なりしを愈明なり、  
一六 水素が酸素中に於て盛に焚燃したる事實に徴して此の二物の化合は其の相接觸する點のみに於てする時すら尙は頗る猛烈なるを知るべし若し兩氣體を

混和して之に點火すれば烈しく爆發して器物を破壊し其の勢當るべからざるものあり而して其の爆發の力は水素二容酸素一容の割合に混合したるものを以て最も猛烈なりとす今此の混合氣を以て石鹼球を吹き第十三圖の如く之を鐵葉盆に盛り杖頭に付したる觸火を之に接すれば轟然たる爆鳴を聞くべし



第三十圖

一七 水素二容と酸素一容とを正しく含有する混合物を作るは頗る困難なれば水の電氣分解に依りて生ずる二氣の混合物を用ふるを最も捷徑とす此の目的には第十四圖に畫ける装置を用ふるを便とす又第十五圖に示せるはユーヂオメートルと稱し堅牢なる硝子製の割度管にして其の一端を閉ぢ兩條の白金線を兩側より相對して封入したるものなり今ユーヂオメートルに水銀を滿して水銀槽中に倒立し之に電氣分



第四十圖

第五十圖

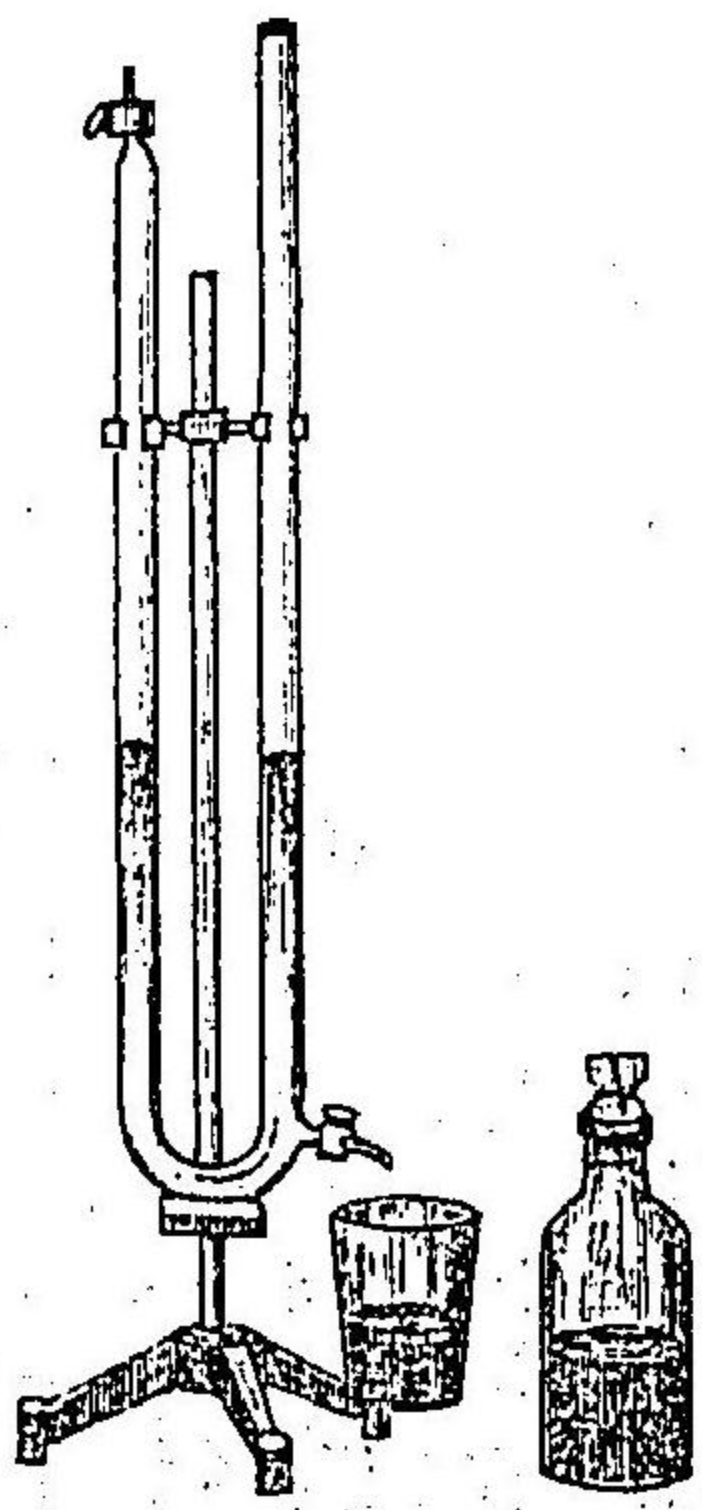


解氣を送入して大約其の半

に至らしめ次に水銀槽底に致せるゴム板上にユーヂオメートルを壓下して其の口を塞ぎ感應コイルを以て電氣の火花を兩白金線の間に通ずれば酸水素二氣は忽ち化合すべし茲に於て少しくユーヂオメートルを上げて其の口を開けば水銀は直に昇りて之を填充し復氣體を殘留するとなかるべし是れ水素二容が正しく酸素一容と化合して毫も餘す所なく且つ生じたる水が液化して其の體積甚だ微混合氣の二千分一なるを以てなり若し仔細に検査せばユーヂオメートルの頭に一滴の露あるを認むべし

一八 斯の如く水素二容酸素一容の混合氣は悉く化合して水となり若し二者孰れか過量ならば如何第十六圖に示せるは彎曲ユーヂオメートルと稱するものなり其の割度管に氣體を輸入して其の體積を測らんとするには必ず兩管内水銀の高さを均ふるを要す此の如くすれば管内の氣體は常に外氣に均しき壓力を受け居るなり氣體の體積が溫度及び壓力と密接の關係あるは讀者諸子が既に知ら

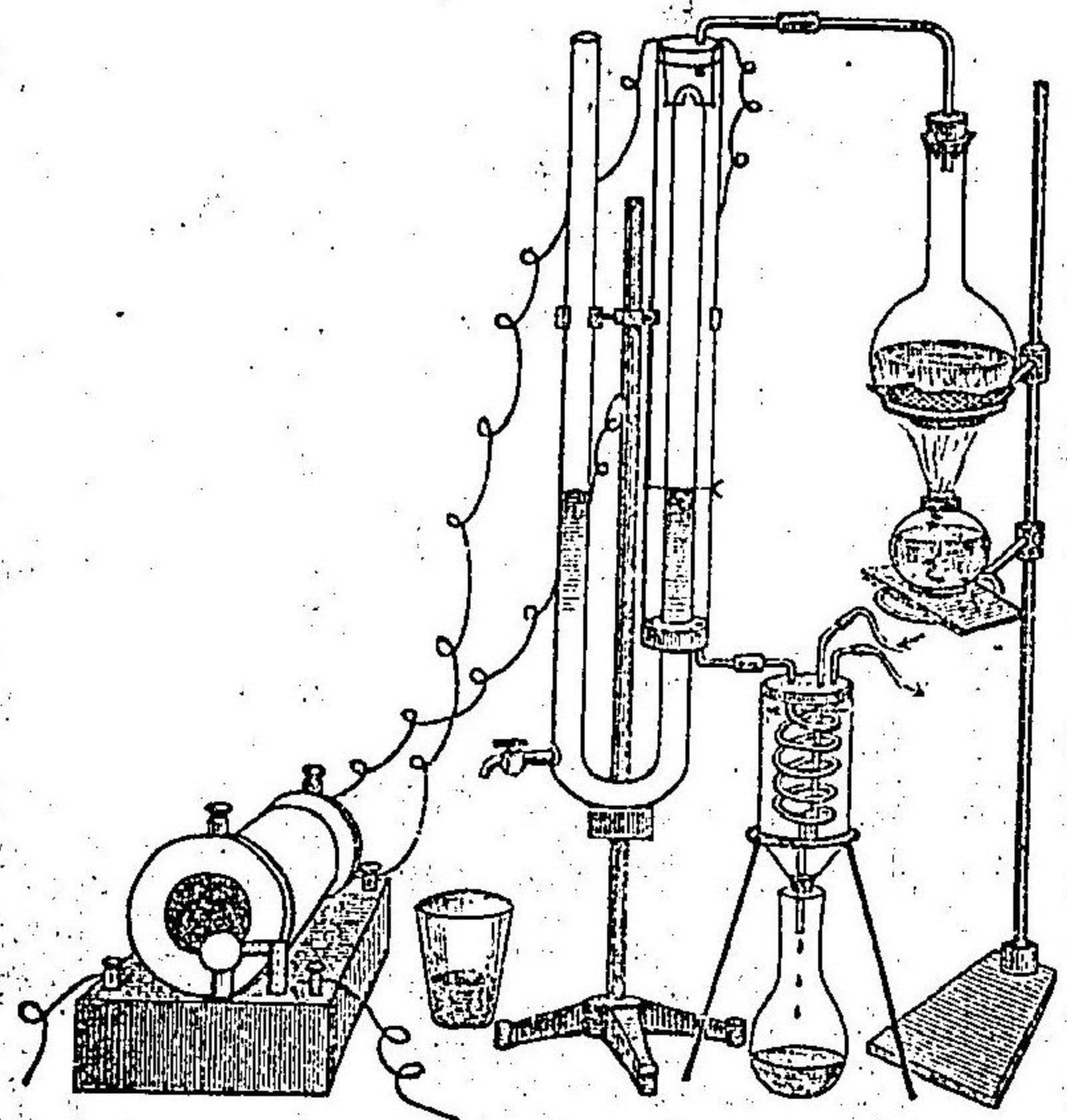
圖六十第



て兩管内の水銀面を平均せしめ残留せる氣體の體積を測るに正に一〇立方糎なり、而して其の餘燼あるマツチを再燃せしむるを以て酸素なるを知るべし、斯の如く酸素の過量あるも二容の水素は酸素の一容已上と化合するとなきなり、又三〇立方糎の水素と一〇立方糎の酸素を以て同様の實驗を行ふに復一〇立方糎の氣體を留め其可燃性に由りて水素なるを證せり、此の場合には水素の過量現存するも一容の酸素は二容已上の水素と化合するとなきや明なり、故に酸素水素の二氣體は如何なる割合を爲して混在するも其の化合して水を造るは必ず水素二容酸素一容の割合を以てす、隨て水を分解するに當て生ずる水素の體積は必ず酸素の體積に二倍するなり

一九 水を合成せる酸素水素の體積は一と二の割合を爲し其の關係甚だ簡單にして分明なり、若し化合の結果たる水をして液化するとなく水蒸氣の形を爲さしめば其の體積と酸素水素の體積との間に如何なる關係あるべきか、第十七圖に示

圖七十第



すが如く彎曲ユーヂメートルの二管を圍むに太き外筒を以てし之にアミルリアールの蒸氣を通じて管内なる電氣分解氣を百卅二度に熱し、混合氣の體積を測定し紐を外筒に結ひて之を標示し電氣の火花を閃發して混合氣を化合せしむれば此の際の溫度遙に水の沸騰點已上なるを以て水は悉く氣狀を保持せり、其の體積を測るに正に混合氣の體積の三分の二なるを看るべし、此の成績を再言すれば同

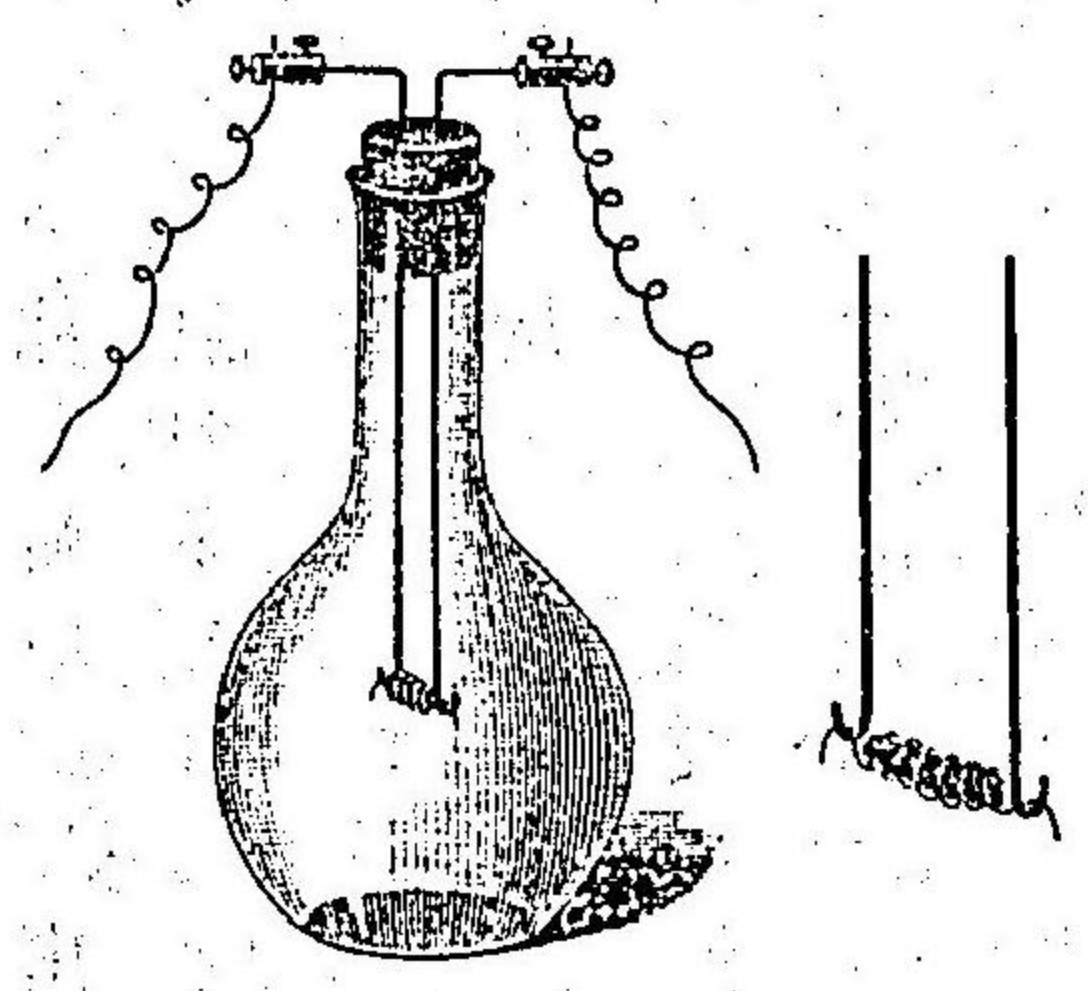
温度同壓力の時には二容の水素は一容の酸素と化合して二容の水蒸氣を生ずるなり

## 第二章 酸化及び還元

### 第一節 燃燒即ち酸化

二〇 水素が酸素中に於て燃燒して水を生じたるが如く種々なる他の物質も亦此の氣體中に在て盛に燃燒するなり、今燃燒匙に燐の小片を載せて之に點火し乾燥したる酸素を滿せる壺中に降せば燃燒の勢頓に倍加し盛に白煙を擧げ光輝燦爛として人目を眩せんとす、燃燒熄み煙霧消ゆるに及んで之を檢すれば白色の粉末壺底を覆ふを見る此の物を稱して無水燐酸といふ、又同様の手續を以て硫黃を酸素中に燃やせば其の焰美麗なる青色を呈し光輝の強さと空氣中に於けるの比にあらざり而して此の際一種の刺戟臭ある氣體を生ず、即ち通常硫黃の燃燒するに當て嗅く所にして之を無水亞硫酸といふ、上記の實驗に於て燐若くは硫黃の燃燒したるは其の酸素との化合に由れると勿論なり、斯の

第十八圖

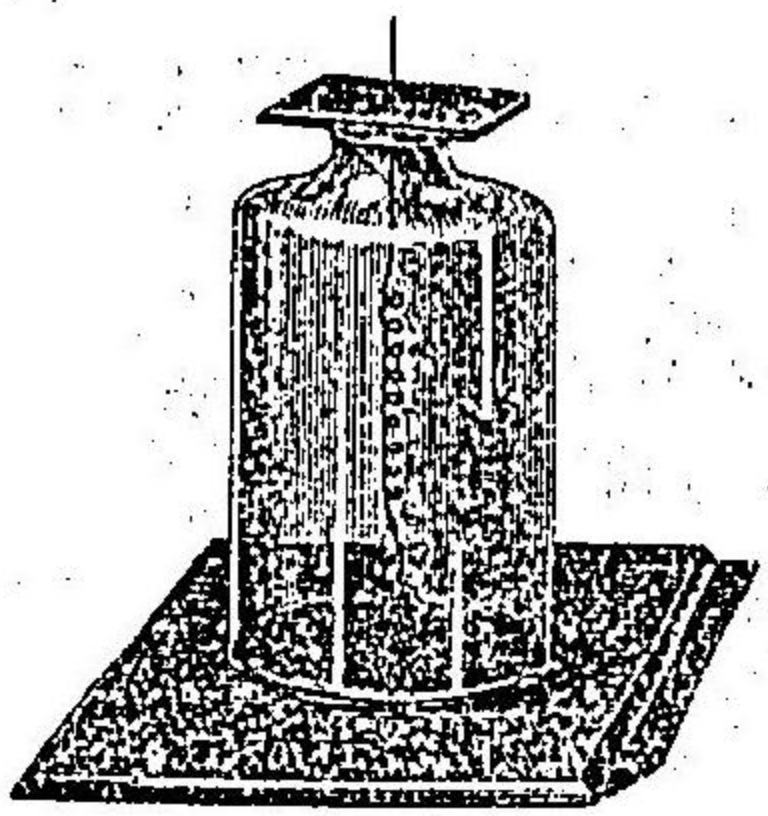


如く酸素と化合するを約して酸化といひ之に由りて生じたる物質を酸化物といふ、例へば水は水素の酸化物にして酸化水素と稱し得べきが如きはなり、燐及び硫黃の燃燒了りたる后少許の水を壺内に注入して之を振盪すれば能く生じたる物質を溶解す、其の溶液を檢するに各酸味あり之に青色試験紙を浸せば各之を赤色に變ず、斯の如くアルカリに正反對せる作用を稱して酸性の反應といふ、酸素なる名は其の諸物と化合して斯の如き味斯の如き反應を呈する物質を生ずるに由りて命じたるものにして猶ほ曩の氣體が酸化して水を生ずるが爲めに水素の名あると一般なり

二一 木炭も亦能く酸素中に於て燃燒するものなり、今第十八圖に示すが如く大なるフラスコに酸素を滿しゴム栓を以て其の口を緊塞しゴム栓には二條の銅線を貫き其の下端は稍細き白金螺線を以て之を連接し其の内に木炭の小片を置く、今之を天秤の左皿に上し右皿には適量の分銅を加へて精密に

平均せしめ、而し后銅線に由りて強き電流を通ずれば螺線は白熾し木炭は須臾にして引火し強烈なる白光を放ちて燃焼し暫時にして竭くべし、フランスの冷却するに及んで再び之を秤量するに其の重さ燃焼前に比して毫も損益するをなきなり、此實驗に於て木炭は全く消却したりと雖もフランス内に別に一物の生じたるを認むべからず、蓋し物質の盡滅するが如き觀を呈する顯象少からずと雖も斯の如く完全なるは稀に看る所なり、然れども之を天秤に訴ふれば質量の毫末も減少せざるを證するなり、今ゴム栓を開き石灰水をフランス内に注入して之を振盪すれば忽ち白濁するを看る、酸素及び空氣は固より此の如き反應を呈するをなければ木炭即ち炭素と酸素との化合に由りて一種の新氣體を生じたるを知るべし、之を名けて炭酸といふ、木炭が盡滅したるにみならずして新氣體中に入りたるをば愈明なり、從來理化學者が行ひたる無數の實驗は物質が如何なる變化を經過するも決して其の質量を増減するをなきを確定せり、此の重要な質量不滅の原理を始めて精確なる實驗に徴して證明したるは佛蘭西の學者ラヴァジエ Lavoisier にして實に前世紀の晩年に在り

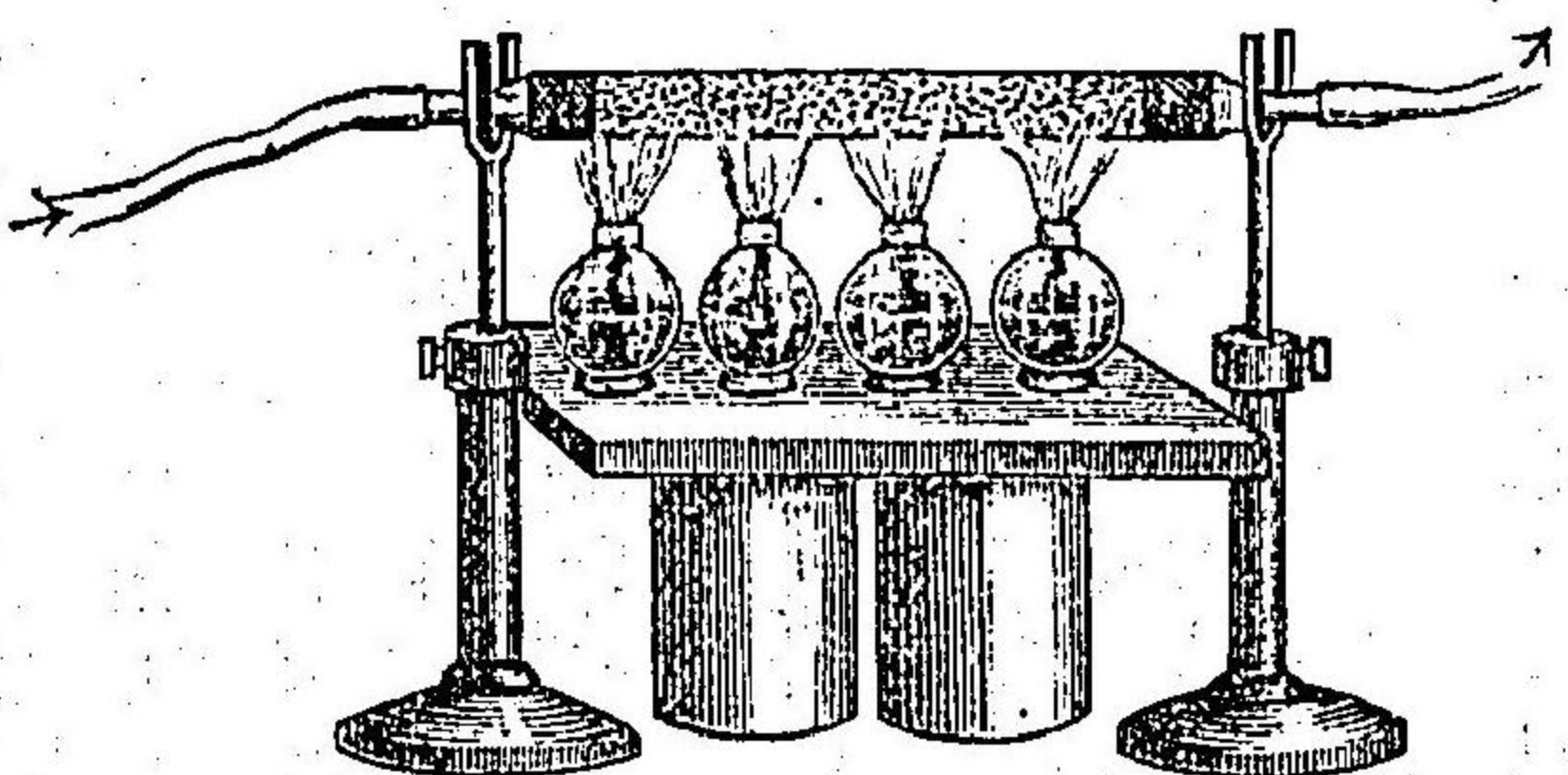
第二十圖



二二 金屬も亦酸素中に於て燃焼するもの少からず、ナトリウムは黄色の焰カリウムは紫色の焰を擧げて盛に焚燃し白色若くは帶黄色なる粉狀の酸化物を生じ又マグネシウムと稱する金屬は線若くは紐として坊間に販賣するものなるが又能く酸素中に燃焼して燦爛たる光輝を發し白煙を擧げ變じて白色灰狀の物質となる、已上の三金屬は空氣中に在りても燃焼するものなり、之に反して鐵は空氣中に在りては引火し難きも酸素中に在りては能く燃焼す、第十九圖に示すが如く細き鐵の螺線懐中時計のゼンマイ最も妙なりをとり其の一端に熔融せる硫黄を付し之に点火して酸素壘中に降せば盛に燃焼して火花を迸散し其の觀頗る壯快なり

二三 前項の實驗に於ては諸金屬の酸化殊に旺盛なりしかば火焰を發揚して燃焼するに至れり、然れども又徐々靜肅に酸化せしむるを得べし、例へばカリウム、ナトリウムの如きは截りて薄片と爲しこれを酸素中に置けば次第に酸化して粉碎し易き白色の物質に變ず、銅の如きは常温に於ては殆ど酸素の作用を蒙らざるも銅屑

圖 十 二 第

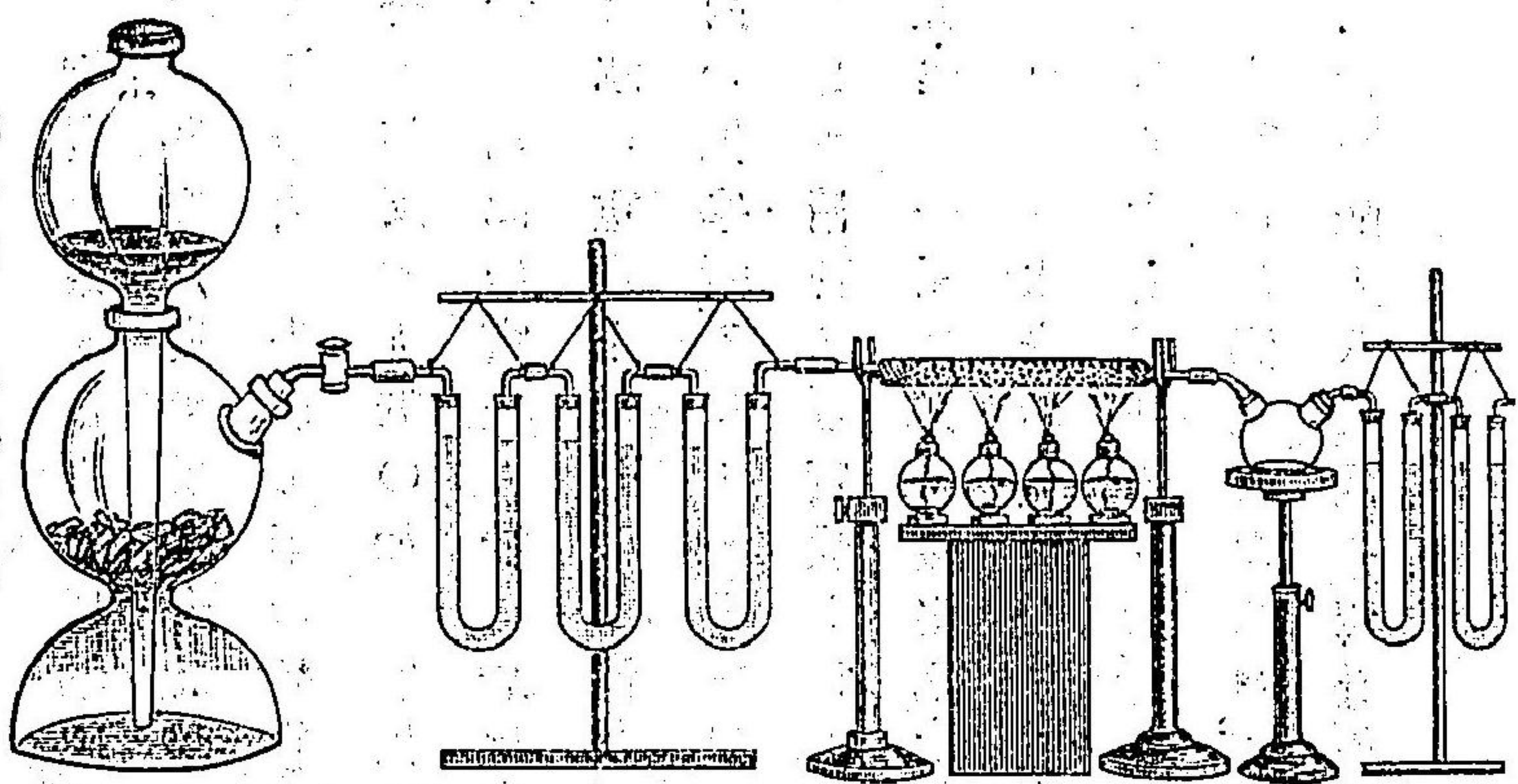


を硬硝子管に入れ之に酸素を通じて熱灼すれば容易に黒色にして脆き酸化銅を生ず此の實驗に用ふる装置は第二十圖に示すが如し  
水銀の如きも酸素と共に熱して其の沸騰點に近づけば徐々に之と結合して赤色の粉末となる即ち赤色酸化水銀にして嚮に酸素を製取するに用ひたるものなり酸化水銀の如きは分解合成共に容易なりといふべし

### 第二節 還元水の重量組成

二四 予置は茲に至て始めてカリウム、ナトリウム、鐵等が水より水素を發出したる作用を説明し得るなり即ち是等の金屬が水の酸素を奪ひて自から酸化物となり水素を放出したるに外ならざるなり後章に至りて自から明なるべきが如く前の兩金屬の場合に在りては水素の一部分のみ驅出せられ鐵の場合に在りては鐵の奪ひたる酸素に結合せし水素の全部排出せらるゝなり

圖 一 十 二 第



二五 或金屬は既に水より其の酸素を奪ひたり之に反して水素は酸化金屬より其の酸素を奪ふの力あるや否や今第二十三項の實驗に於て得たる酸化銅を硬硝子管と共に第二十一圖に示すが如く接続しキッパ發生器より出で乾燥U字管(強硫酸を以て潤したる粒狀浮石を滿したるものにして能く氣體中の水分を吸収す)を通過したる水素を酸化銅上に送るも常温に於ては何等の變化を呈するをなし然れども之を熱灼すれば酸化銅は次第に赤色に變じ管端よりは水蒸氣の發出して受器に溜集するを見る而して茲に液化せざりし水分は第二の乾燥管に至て全く吸収せらるゝなり硬硝子管内の物質が悉く赤色に變ずるに及んで水素の流通を止め管を冷却したる后赤色に變

ぜし物質を検するに打展粘硬の性ある金屬にして其の銅なると疑ふべからず故に此の實驗に於ては水素は酸化銅の酸素を奪ひ自から之と化合して水を生じ酸化銅は酸素を失ひて銅の故態に復せり是れ其の作用カリウム鐵等の水に於けると全く相反せり斯の如く酸化物より酸素を收奪するを還原といふ

二六 前記の實驗に於て酸化銅が失ひたる酸素の量と生じたる水の量とを秤定せば水が重量上幾分の水素及び幾分の酸素より成れるやを推定するを得べし佛蘭西の化學者デューマール Dumas は水素の精製乾燥及び生じたる水分の捕集等に最も注意して精密なる實驗を行ひたるが十九回の還元に依りて得たる水の總量は九四・四一瓦にして酸化銅が失ひたる酸素の量は八四・〇一六瓦なり故に酸化せられたる水素の量は一〇・五二五〇瓦なりとす即ち水は一・二三三七分の水素と八八・八六七三分の酸素とより成れる割合なり近年に至り諸邦の化學者最も精密に此割合を測定したるが其成績に依れば上記の數は少く誤差ありて水素一・一八六分酸素八八・一四分の割合最も眞に近きが如し之を改算すれば水素二・〇〇〇に對し酸素七・九四〇二に當り兩氣體の密度より計算したる所と殆ど符合

せり

0.00142961 (酸素の密度) × 1.000 (酸素の容積) = 7.943  
 0.0008399 (水素の密度) × 2.000 (水素の容積)

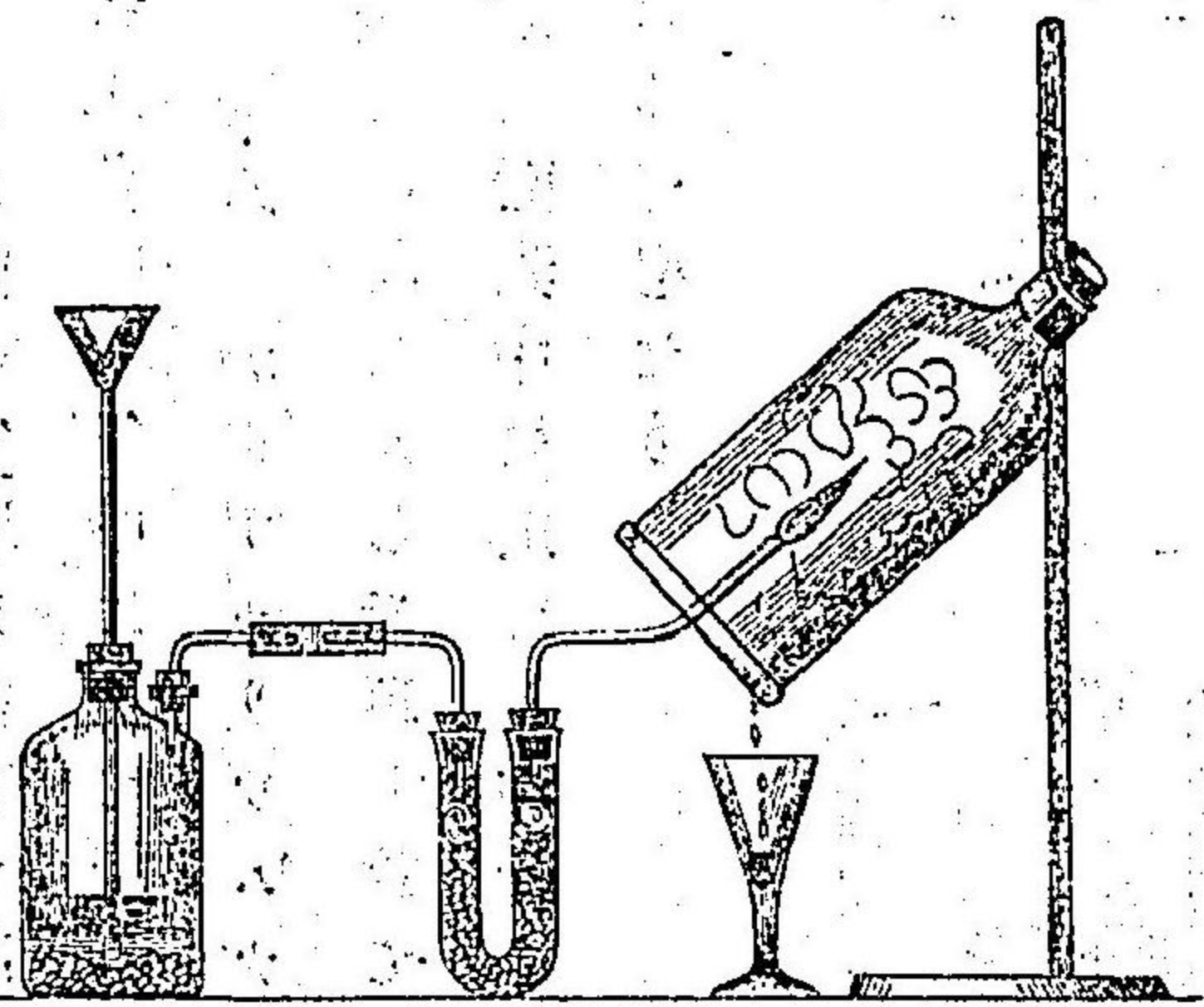
今略數を擧ぐれば水に於て水素一酸素八の割合を爲せりといふを得べし

### 第三章 空氣

#### 第一節 窒素

二七 水素は酸素中に於て燃燒して水を生じたり水素は又空氣中に於ても能く燃燒せり此の際果して何物をか生ずるや今第二十二圖に示すが如く水素を鹽化カルシウム管に通じて乾燥し之に點火し其の上に硝子鐘を覆へば内面先づ曇り次で露を結び鐘縁より滴下す之を小杯に受け集めて檢するに純粹なる水なり酸素が空氣中に存

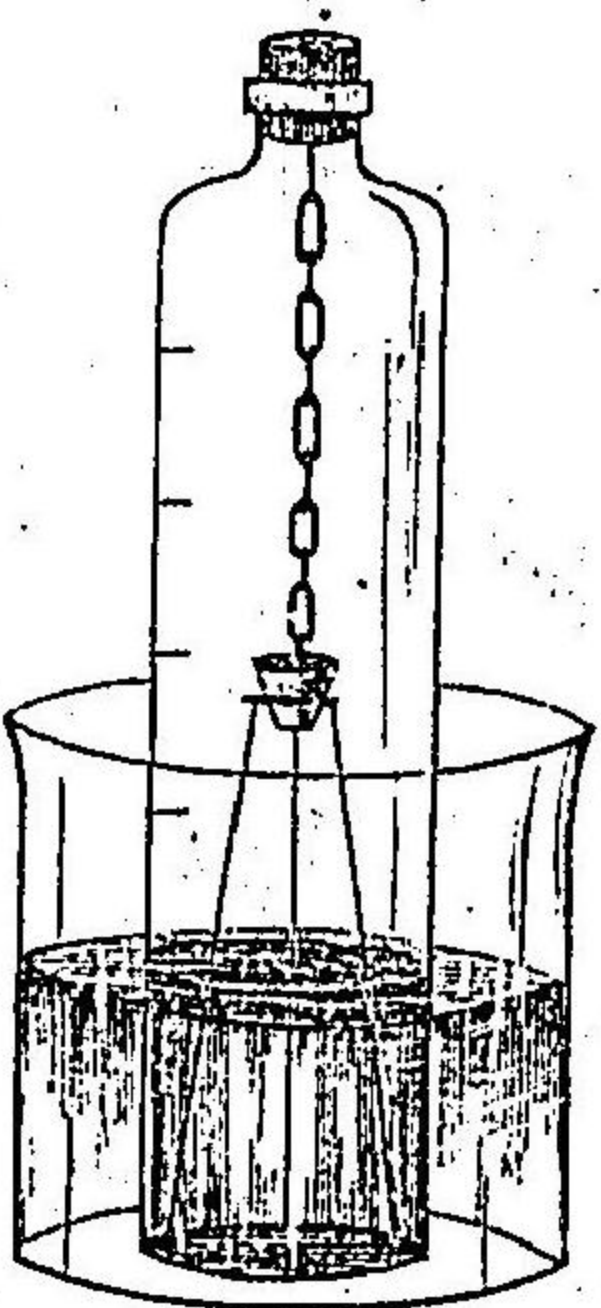
圖 二 十 二 第





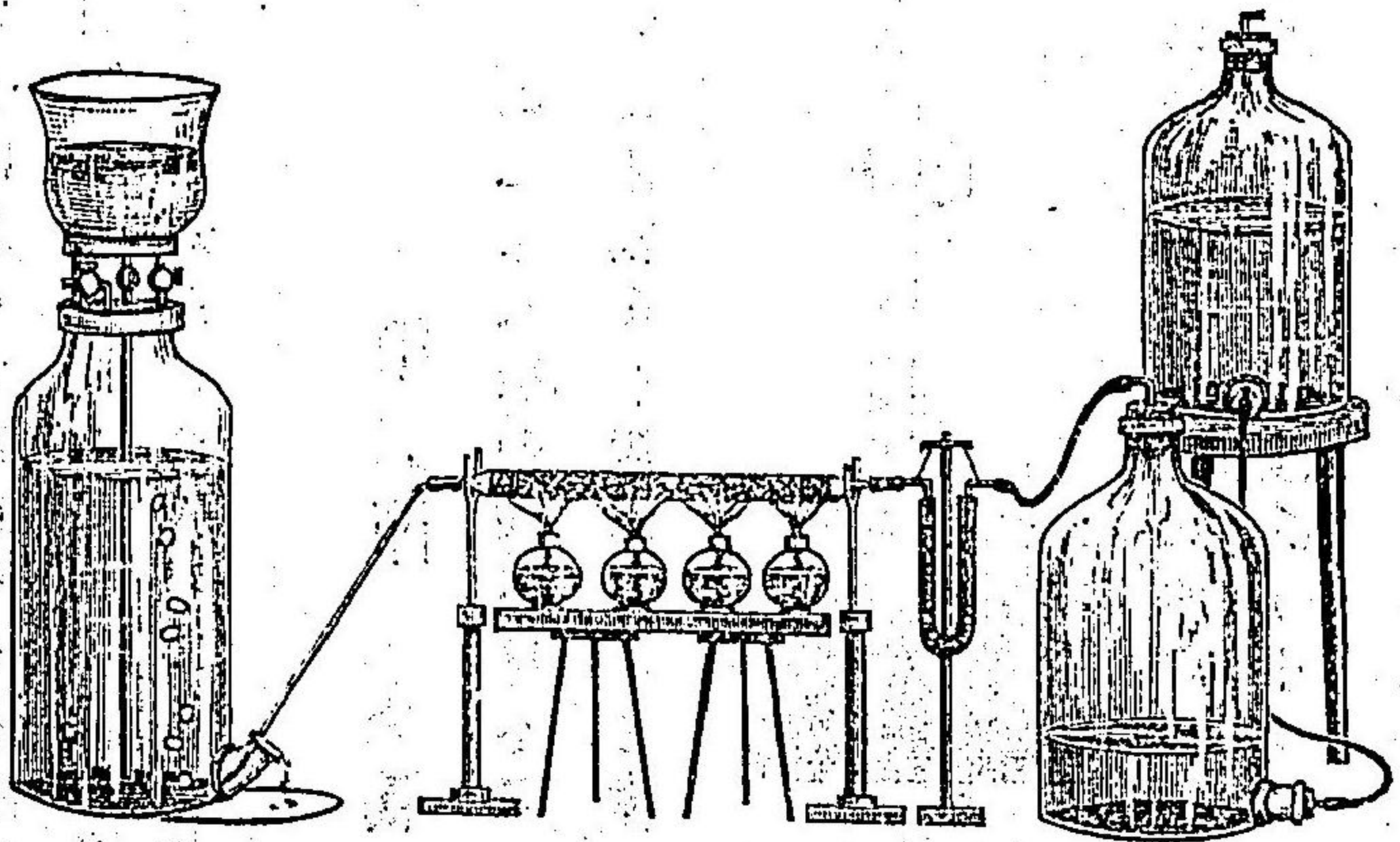
するとは此の實驗に徴して明白なり  
 硫黄木炭の空氣中に於て能く燃燒するとは何人も之を知れり而して其の酸化なるは疑ふべからずカリウムナトリウムも亦能く空氣中に於て燃燒すマグネシウム紐も亦燦爛たる光輝を放て燃ゆ然れども何れの物質にても空氣中に在りての燃燒は酸素中に於けるが如く盛なる能はず故に空氣は酸素の外尙ほ他の物質を含めるや必せり

圖三十二第



二八 第二十三圖に示すが如く稍深くして大なる硝子器の中央に高さ小三脚を立て之に小坩堝を載せ其の中に一片の燐を置き硝子鐘を以て之を覆ひ外器に水を注ぎ鐘の水面より出づる部分を五分分す今ゴム栓に繋げる鐵鎖を燈火にて熱し之を燐片上に下して其の燃燒を誘起すると同時にゴム栓を以て鐘口を密塞すれば燐は盛に燃燒し五酸化燐の白煙鐘内に滿つ既にして光歇み煙消ゆるの後外器に水を注加し鐘の内外の水平を均くして殘

圖四十二第



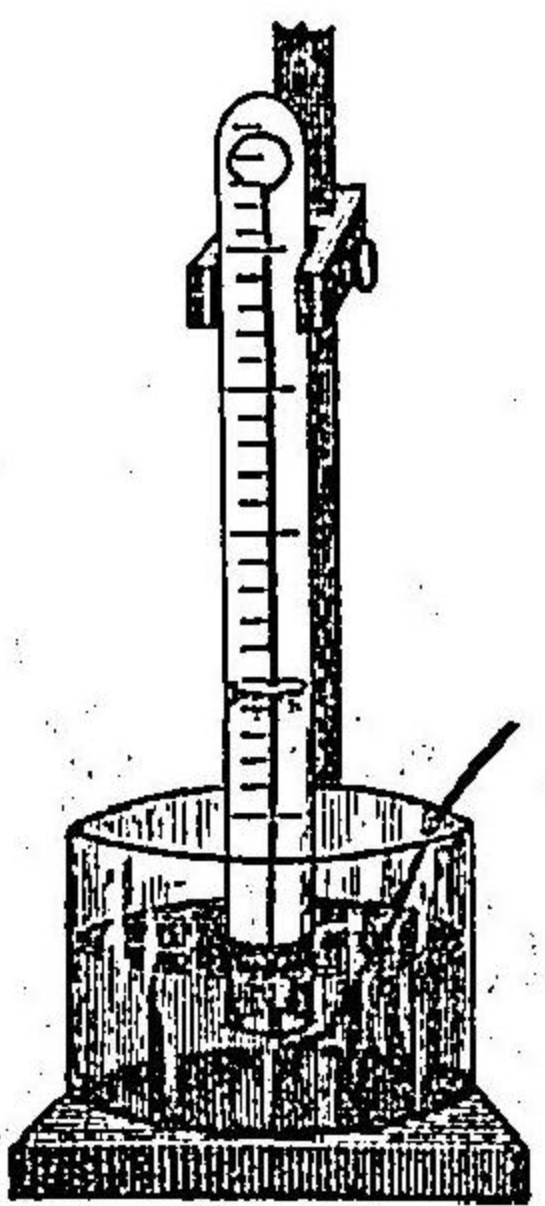
留せる氣體の體積を測るに殆ど燃燒前の五分の四に居れり爰に於て栓を開き燭火を鐘中に下すに忽ち消滅す蓋し鐘中には復燃燒を支ふべきの酸素なきなり  
 二九 上記の實驗に於て鐘内に留りたる氣體は窒素と名け甚だ不活潑なるものにして燃燒を支ふるの力なく又自から燃燒する能はず高温度に於ても直ちに窒素と化合する物質は比較的少數なり空氣より此の氣體を製取せんと欲せば第二十四圖に示すが如く水酸化カリウムの濃溶液を以て潤せる浮石を充したるU字管を通過して炭酸を除去したる空氣を熱灼せる銅末上に通すべし酸素は悉く銅を酸化する爲めに收用せられ窒素のみ貯氣器に入るべし

右の方法に由りて製したる窒素は少く不純なり。窒素は水素及び酸素と同一臭味色なく零度七六〇耗の時其一立方厘の質量〇〇一二五〇瓦なれば酸素に比すれば稍軽く水素より重きと十四倍なり。

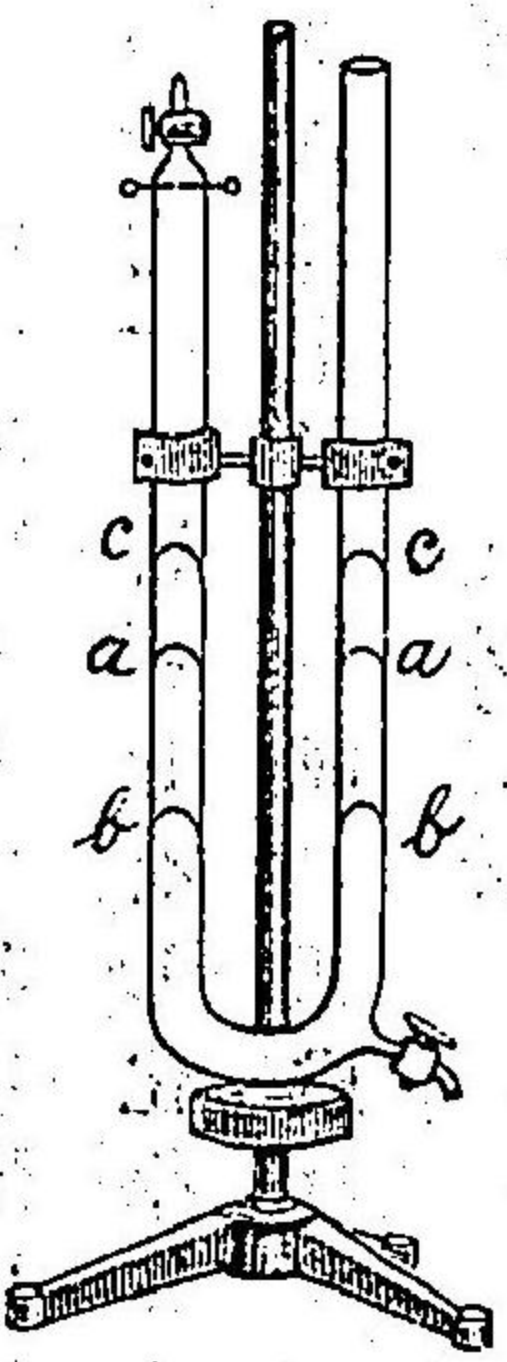
### 第二節 空氣の成分

三〇 第二十八項の驗實は空氣が略窒素四容酸素一容より成れる事を示せり尙ほ精密に此割合を測定せんと欲せば第二十五圖に示すが如く水槽上に於て劃度管に空氣を捕集し管の内外の水壓を平均して精密に其の體積を測定し次に管を水より出さずして細き銅線の上端に附したる燐の小片を管中に送入すべし燐は徐々に酸化して酸素を吸収す數時間の後之を檢するに水の少しく管内に昇りたるを見る茲に於て前の如く注意して燐を取り出し再び内外の水壓を平均して殘留せる氣體の體積を讀むに當初用ひたる空氣の百分の七十九に甚だ近きを看るなり。

圖五十二第



圖六十二第



三一 最も精密に空氣中の酸素を測定するの法は次の如し第二十六圖に示すが如く彎曲ユーデオメートルの劃度管に炭酸を除去したる空氣を輸入し、 $a$  の水銀面を平均し注意して其の體積を讀み之を  $a$  とし次に水素を輸入し  $b$  の水銀面を平均し精密に混合氣の體積を測定して之を  $b$  とす是に於て電氣の火花を通ずれば空氣中の酸素は水素と化合し水となりて液化するが故に體積減縮す其の冷却するを待ち  $c$  の水銀面を平均し殘留する氣體の體積を測り之を  $c$  とす而して  $\frac{b-c}{a}$  は  $a$  容の空氣中に存せる酸素の體積なれば空氣は體積上  $\frac{b-c}{3a} \times 100$  分の酸素と  $\frac{2b-c}{3a} \times 100$  分の窒素より成れり

三二 空氣は種々なる地方より採集したるものも略ば一樣なる組成を有せりレニ Regault は世界諸方の海上に於て集めたる空氣を分析せしに百容中の酸素は二〇・九四〇容より二〇・八五〇容の間に出入せり又巴黎の空氣を百回分析せしに二〇・九九九容より二〇・九一三容の間に在りしといふ空氣の組成は又空中の高

低に因りて著き差違あるをなし、斯の如くなれば通常清潔なる空氣の組成は平均

窒素 七九・一分

酸素 二〇・九分

なりと断定するを得べし

酸素は標準の狀況(溫度は攝氏の零度にして壓力は水銀柱の七六〇)耗なるをいふに於て $0.001429$ の密度を有し、純粹なる窒素は $0.001250$ の密度を有せり、而るに標準の狀況に於ける空氣の密度は $0.001293$ にして、酸素及び窒素の密度より計算したる所と一致せず、是れ空氣中には其窒素の外にアルゴンと稱する一種の氣體ありて、其の體積殆ど空氣の百分一を爲すに由れり、此の氣體は $0.00177$ の密度を有し、化學作用極めて鈍きものなれば、從來窒素と混同せられたり、故に空氣の眞成の組成は

窒素 七八・二分

アルゴン 一・〇分

酸素 二〇・九分

にして是より計算したる密度は正しく $0.001293$ なり

然れども空氣の組成は場所に依りて頗る差違あるものにして、鑛坑等に在りては酸素の量頗る減少し、概ね $0.26$ (容量上)に過くるとなく、又劇場等多人數密集せる屋内に在りては酸素の量 $0.28$ に降るとありといふ

三三 上記の平均數に照して明なるが如く、空氣に於ては酸素と窒素との體積は一と四の如き簡單なる割合を爲さずして一と三七三なる不規則の割合を爲せり、又成分の割合全く一定ならずして、地方と時節とに隨て三分已上の差違あり、且つ窒素と酸素とを混合すれば、空氣を生ずるも二物質化合の際に屢經驗したる如く、熱を發出するをなきのみならず、體積をも増減するをなし、又純粹なる水を空氣と共に振盪し、其の幾分を溶解せしめ、之を沸騰して發出する所の氣體を試験するに、空氣に於けるよりも酸素の割合増加し、百容中酸素三四・一容を含めり、是れ酸素が窒素よりも遙に水に溶け易きを以てなり、若し空氣をして化合物ならしめば、斯の如く溶解の爲めに、其の組成を變化するをなかるべきなり、是等の事實に徴すれば、空氣が唯混合物にして化合物にあらざるを殆ど疑を容れざるなり、後章に於て

分子量原子量を論ずるに至れば空氣が混合物なるの最好證明を得べし

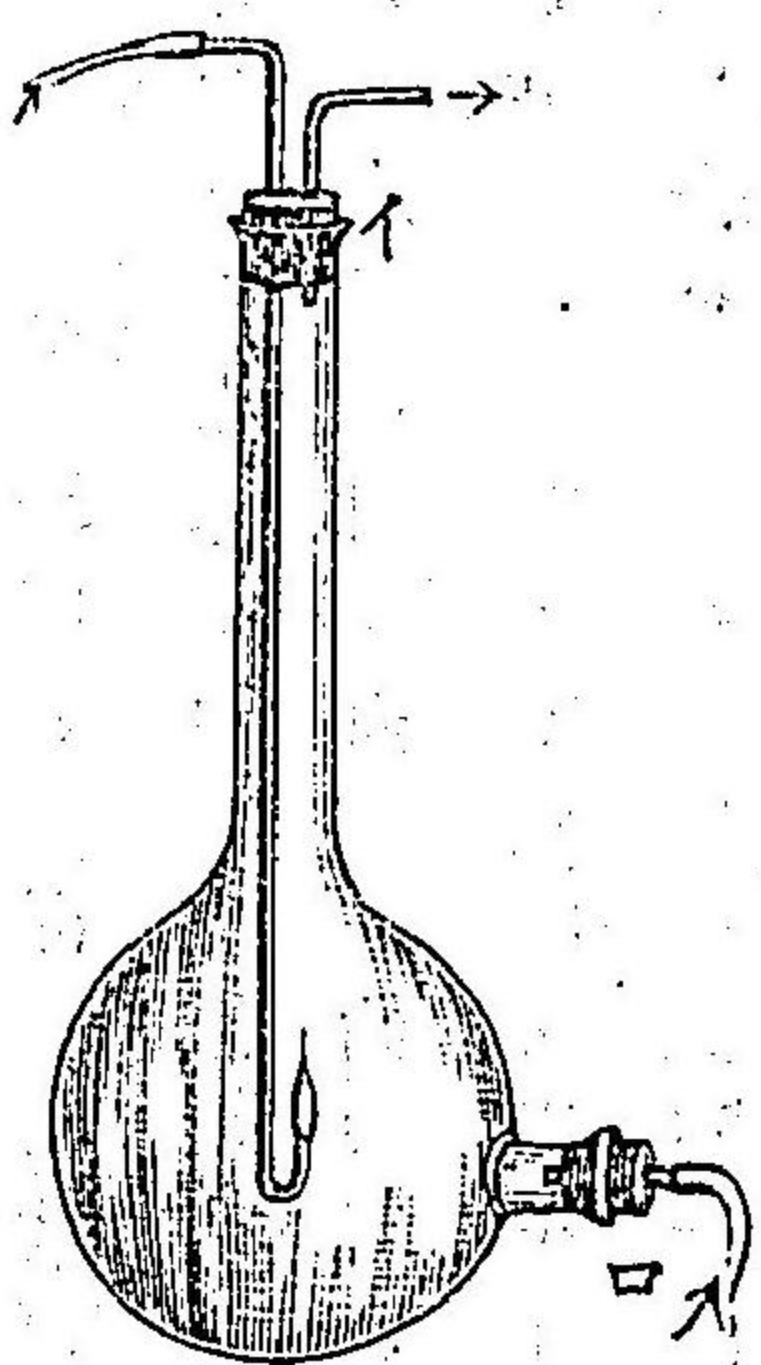
三四

### 第三節 空氣中の燃燒

三四 空氣は斯の如く混合物なれば其の兩主成分は各自固有の作用を呈すべきも窒素は前に示したるが如く作用極めて鈍きものなれば其の空氣に於ける働は主として酸素を稀釋して其の劇烈なる酸化力を減殺するに在るなり實に空氣は日常の關係に於ては之を稀薄なる酸素と思考するも殆ど誤謬なかるべし

三五 燃燒とは凡て物質が化合するに當て光と熱とを發する現象を指すも日常の習慣にては殆ど全く空氣中に於ける酸化にのみ此の語を用ふるなり薪炭の燃燒燈油の燃燒の如きは是なり又此の慣例に隨て可燃體の語あり例へば水素硫黃燐等を通常可燃體と稱するは其の能く空氣中に於て燃燒するの意なり後に示すが如く銅箔は能く鹽素と稱する氣體と光熱を發して化合するも通常何人も銅を可燃體と呼ぶをなし然れども化學上より言ふ時は銅も亦一種の可燃體なるを勿論なるも既に之を可燃體といふ已上は如何なる物質に對しての可燃體なるやを明

第二十七圖



言せざる可らず例へば木炭は酸素若くは空氣中に在りては燃燒すべきも鹽素中に在りては燃燒せず故に木炭は酸素若くは空氣に對しては可燃體なりといふべく又銅は鹽素に對して可燃體なりといふべし而して木炭に對する酸素若くは空氣銅に對する鹽素の如きは之を支燃體といふ然れども燃燒は一種の化合現象にして化合は固より物質相互の作用なれば論理上取て一方を可燃體とし一方を支燃體として區別するの理由なし實驗も亦此の論理の正當なるを證明するなり第十四項に於ては水の組成を確定する爲めに酸素中に於て水素を燃燒したり今同一の装置を用ひ水素中に於て酸素を燃燒し得るなり其の方は第二十七圖ロより水素を送り球内に滿つるを俟ちてイに於て之に點火し酸素を噴出しつゝある曲管を送下すれば水素の焔に接するに當て酸素は引火し水素氣中に入るに及んで穩に燃燒すると毫も水素が酸素氣中に燃燒したるに異ならず此の實驗に於ては酸素は可燃體にして水素は支燃體なり又酸素に代ふるに

空氣を以てするも其の能く水素氣中に於て焚燃するを看るべし是に至て可燃體、支燃體なる稱號は常に相對 (relative) なるのみならず又互對 (reciprocal) にして互に交換し得べきと分明なり而して彼の水酸二素混合せる爆發氣の如きに至りては此の區別減却して復可燃支燃の名を下す能はざるなり

三六 木炭骸炭は固より油薪石炭等の如き通常の燃料は皆炭素を以て主成分とする者なれば其の空氣中に燃焼するに當ては無水炭酸を生ずべし又油薪石炭は水素を含有するものなれば同時に水蒸氣をも生ず而して無水炭酸も水蒸氣も同く燃焼の結果なれば通常の燃料及び空氣に對しては可燃體にも支燃體にもあらず隨て其の存在は燃焼を妨害すると明なり故に燃焼をして旺盛ならしめんには此等の氣體をば生ずるに隨て除去するを必要なり然れども空氣の場合に於ては最も燃焼を妨くるものは窒素とす此の氣體は前にも示したる如く通常の意味に於ては可燃體にも支燃體にもあらず然るに空氣の殆ど五分の四は窒素より成れるを以て燃焼に由りて酸素の盡きたる已上は多量に無用無効なる窒素を殘留するが故に之を除去せざれば燃焼を維持するを能はず通常薪炭等の燃焼に新鮮な

る空氣の間斷なく流通するを要するは實に之が爲めにして煙突は自然に此の目的を達するの良方便なり而して或度までは空氣の代謝愈急なれば燃焼の勢愈盛なりとす冶金術等に於て高熱を要する場合に鑪を用ひて焚火中に強く空氣を吹き入るゝは此の理に基けり酒精燈火の如きも通常の燃焼に於ては其の熱甚だ高からざるも吹管を用ひて之に空氣を吹き入るれば頗る強烈なる火力を得べし

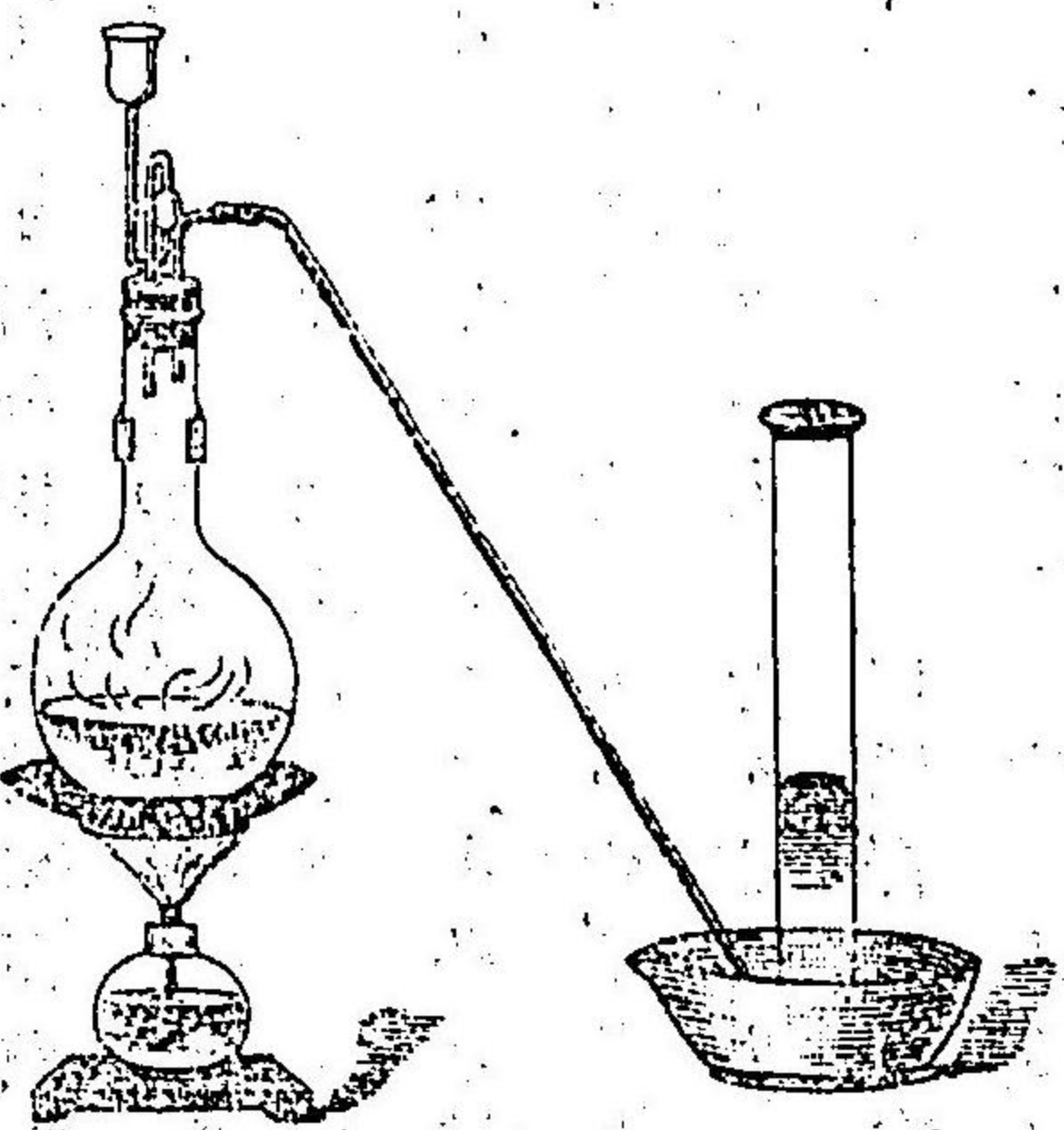
三七 空氣を送入して火勢を進めんとするに當り一大障礙となるは空氣の温度低くして之を送入するの量多きに過ぐれば却て火炎を冷却せしむるをなす故に最も強烈なる火を得んと欲せば豫め送入すべき空氣を熱するを可とす至強至烈の火を得んとならば稀釋せる空氣を用ひずして純濃ある酸素を用ふるに若くはなし水素炎に酸素を吹き入るれば火熱殊に猛烈にして諸金屬中最も熔し難き白金の塊をも容易に熔融し得べし此の火焰中に諸物質を挿入するに燃焼若くは熔融せざるもの殆ど稀なり而して能く其の熱に耐ゆる石灰の如きは白熾して赫灼たる光輝を發し殆ど仰ぎ視る可らず之を石灰光といふ

### 第四章 鹽化水素及び一二酸化鹽素

#### 第一節 鹽化水素の電氣分解

三八 乾燥せる食鹽に強硫酸を注加し之を熱すれば盛に氣體を發出す第二十八圖に示すが如く之を水銀上に捕集するに無色透明にして外觀は水素空氣等に似たるも大に其の性質を異にし之に火炎を接するも引火せず其の中に燭火を送入すれば忽ち消滅す而して其の特性は甚だ水に溶け易きに在り今鹽化水素を滿したる圓筒の口を蓋ひ倒に水中に降して其の蓋を去る時は水は恰も眞空に進むが如き速さを以て筒内に昇るべし若し青色リトマスを加へて着色し置けば其の赤色に變ずるを以て鹽化水素の水溶液が酸の反應を呈するを知るべし此の溶液は通常鹽酸と稱し汎く工業上に使用せらるるも

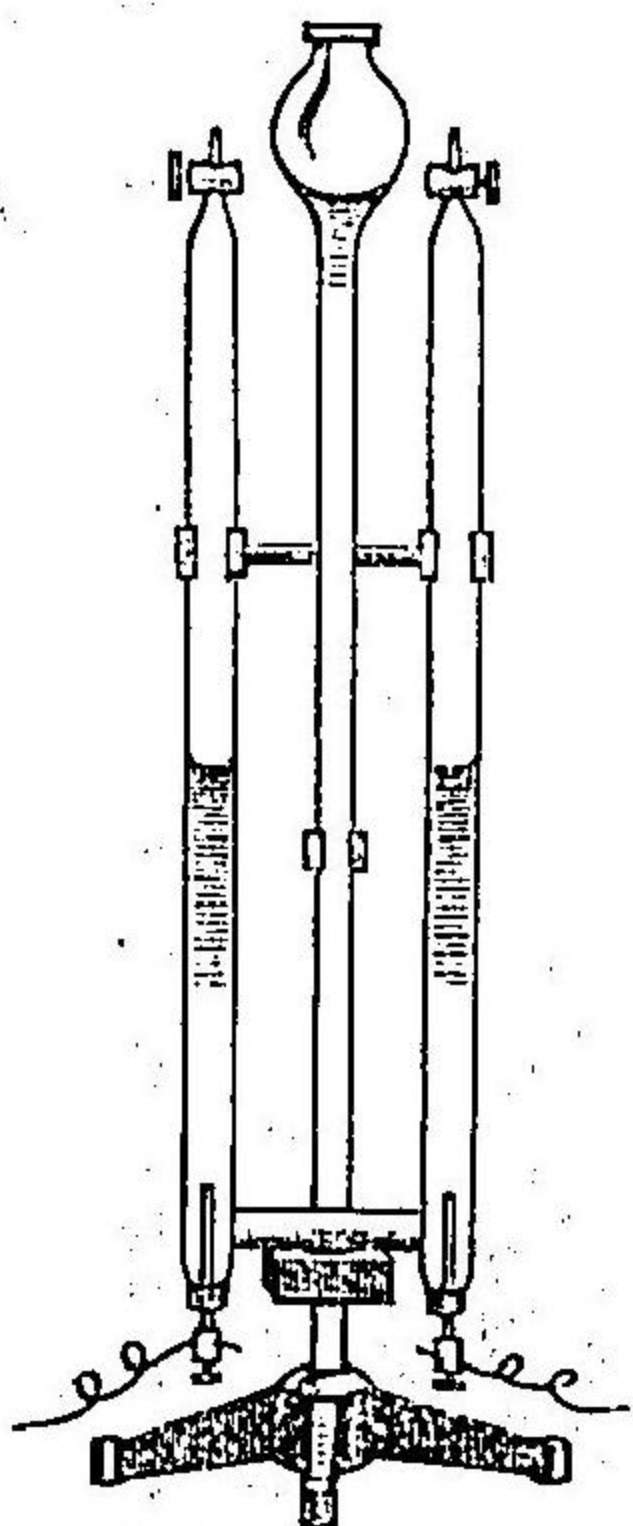
圖 八 十 二 第



のなり又乾燥せる鹽化水素氣を濕潤せる空氣中に放てば忽ち白霧を醸起す是れ鹽化水素が空氣中の水分を集めて之に溶解し無數なる細微の鹽酸液小粒を造るに由れり此の類の現象を名けて發煙といふ鹽化水素は水素より重きこと一八三倍空氣より重きを一二六倍にして其の密度は標準の狀況に於て〇〇〇一六三なり

三九 瓦斯炭を以て電極となし第二十九圖に示すが如き裝置を以て濃厚なる鹽

圖 九 十 二 第

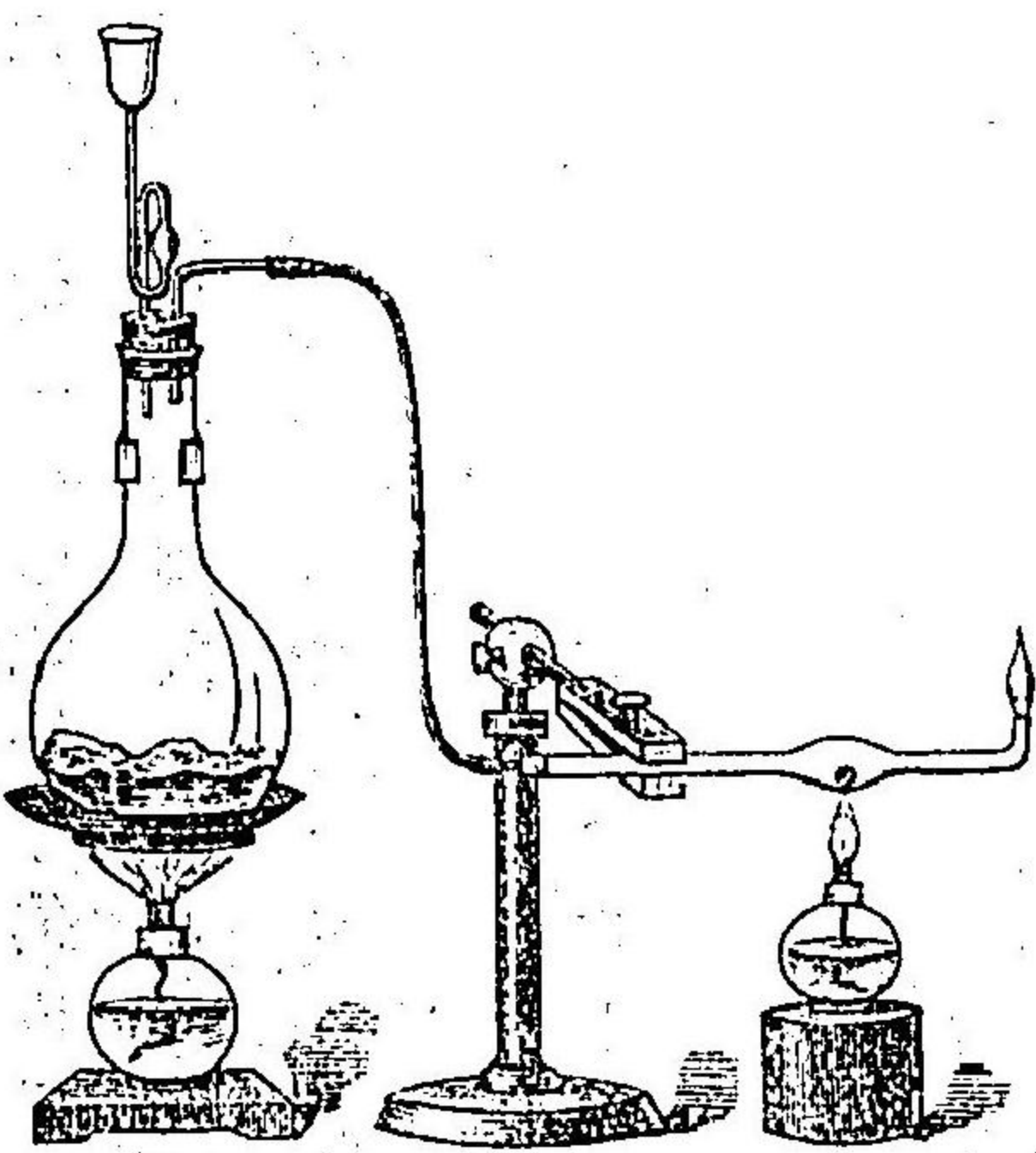


酸に電流を通ずれば水の電氣分解に於けるが如く兩極より氣體を發出す而して兩管に集る所の氣體の體積を測るに二者正に相等し今陰極より發生する氣體を檢するに無色無臭にして能く燃燒し其の水素なるを明なり次に陽極より發したる氣體を檢するに微しく綠色を帯び一種特異なる窒息性の惡臭を呈せり之に火を接するも引火するをなく之に潤したる試験紙を觸れしむれば忽ち褪白す此の奇異なる氣體を名けて鹽素といふ

鹽化水素は其の名の如く鹽素と水素より成れるものにして上記の實驗に於ては電流に由りて之が分解し得たるなり然れども水素は水よりも發出するものなれば其の果して鹽化水素の一成分なるやは未だ此の一實驗に依りて確定するを得ざるなり

四〇 鹽化水素より水素を發出する事實茲示さんには第三十圖に示すが如く硝子球にカリウムの一片を容れ鹽化水素を通じ文火を以て之を熱すればカリウムは直に熔融して燃燒し紫色の炎を揚ぐ此の際管口より發出する氣體の水素なることは之に火を接すれば燃燒するを以て知るべし尙ほ之を捕集して其の性質を驗すれば水素に外ならざるを愈明白なるべし

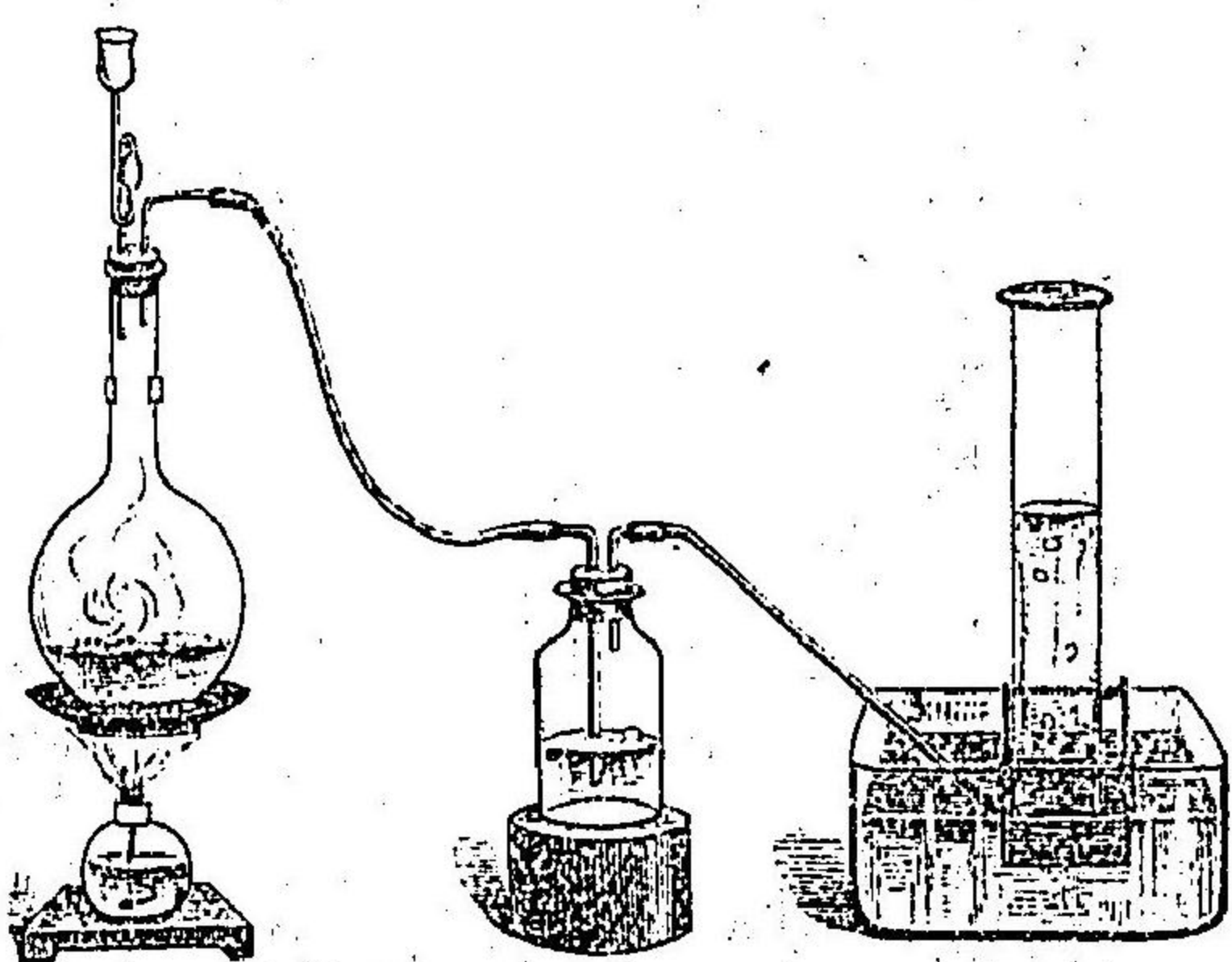
圖 十 三 第



しと雖ども球を熱するに強き火力を要するの不便あり然れども之を水銀に溶解

ナトリウムを用ゆるも又同一の成績を得べしナトリウムアマールガムとなして用ゆれば常温に於て能く鹽化水素に作用して水素を發出するなり第三十一圖に示すが如く鹽化水素をナトリウムアマールガムに通じ發出する所の氣體を水槽上に捕集すべし其の水素なるとは可燃性等に由りて明瞭なるべし

圖 一 十 三 第



化水素に作用するに依れり水素が鹽化水素の一成分たるとは上記の實驗に由りて略確定し得たれば是より他の一成分たる鹽素に就きて試験せん

第八項に於て亞鉛に稀硫酸を加へて水素を製するの方を説きたり今硫酸に代ふるに鹽酸を以てするも亦容易に水素を發生し得べし是れ亞鉛がカリウムナトリウム等の金屬と同一塩

## 第二節 鹽素

四二

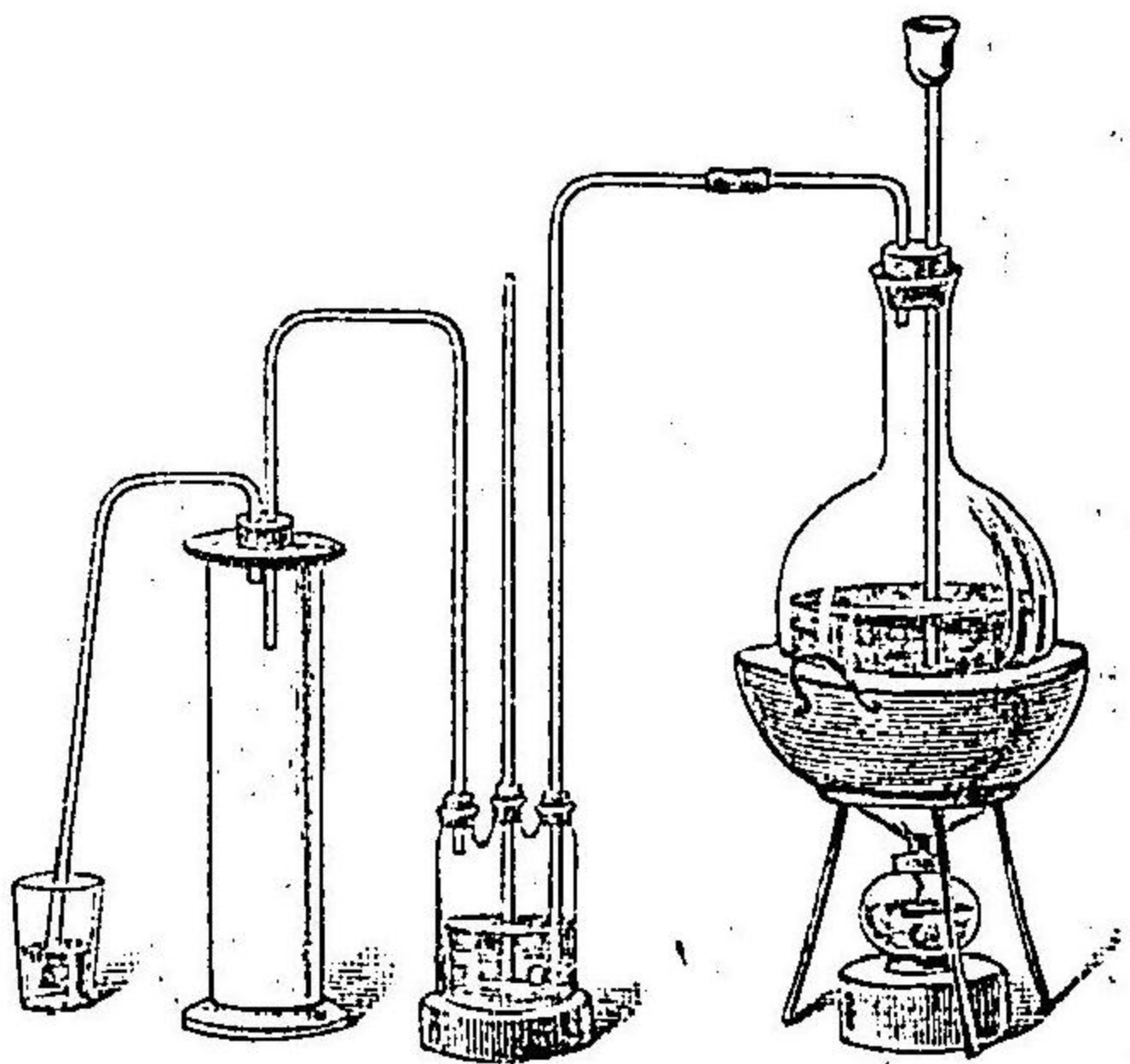
四一 鹽素は電氣分解已外の種々なる方法に由りて鹽化水素より製取するを得

べし今最も簡易にして普通に行はるゝものを揚げん第三十二圖に示すが如くフラスコに粒狀なる二酸化マンガンを入れ之に鹽酸を注ぎ徐々に熱すれば多量に鹽素を發出す水槽に於て之を捕集せんとならば宜しく温湯を用ふべし然れども圖に示すが如し下方置換に由りて之を集むるを最も簡便とす

四二 鹽素は淡黄綠色の氣體にして窒息性の惡臭あり之を吸入すれば呼吸器を害するを以

て此の氣體を取扱ふには必ず空氣の流通善き所に於てすべし然らざれば其の漏洩せざる様最も裝置を嚴密にすべし常温に於て水は大約其の體積三倍の鹽素氣を吸收す然れども温度の昇るに隨て吸收の量速に減退す是れ水槽上に此の氣體

第三十二圖



を捕集するに温湯を用ふる所以なり鹽素は又迅速に沃化カリウム溶液に溶解し之を褐色に變ず此の特性は鹽素の檢出及び定量に用ふるを得べし

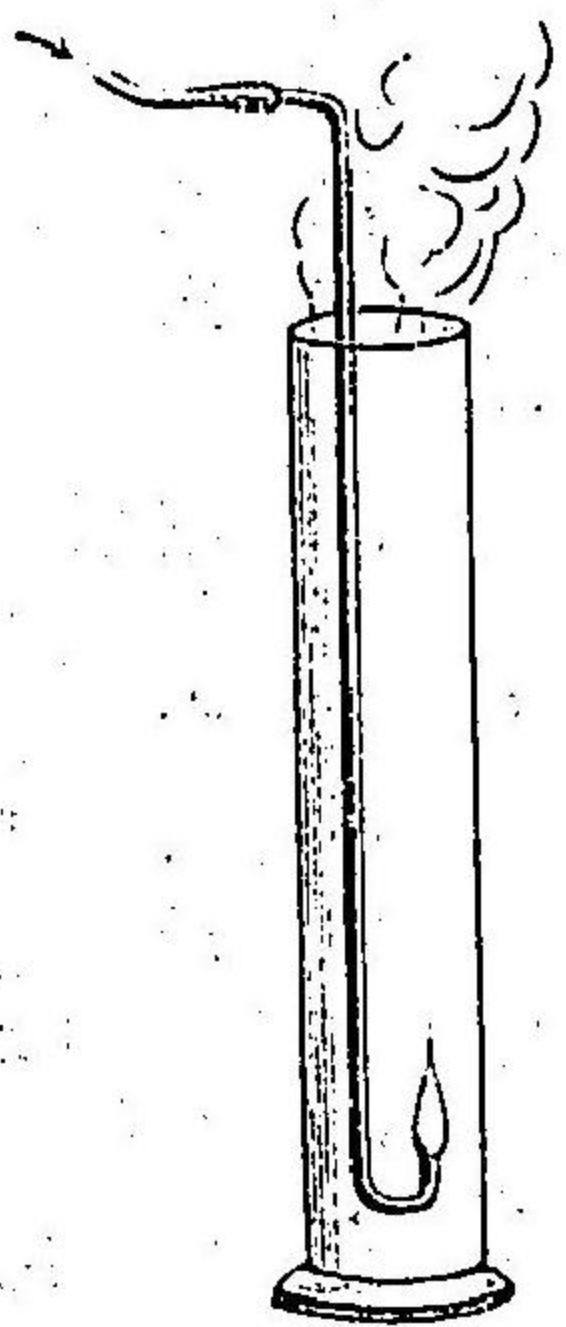
鹽素は水素より重きを殆ど三十五倍半空氣より重きを殆ど二倍半なれば恰も水を取扱ふ如く之を注下して一器より他器に移すを得べし鹽素一立方糎の質量即ち密度は〇〇〇三一八瓦なり

前にも説きたる如く鹽素は最も漂白力強きものにして此の氣體を充したる瓶中に草葉花瓣等を投入すれば須臾にして脱色し藍液を注加して振盪すれば忽ちにして其の色消滅す然れども此の漂白作用は殆ど有機性の色素にのみ之を呈し無機物には之を及ぼすと稀なり今墨を以て紙に字を寫しインキを以て之を塗抹し鹽素氣中に懸くれば墨字は暫時にして再び現出すべし是れ墨は主として炭素より成れるもインキは有機酸の化合物なるを以てなり

四三 鹽素は空氣中に於て自から燃燒する能はざるも善く物の燃燒を支ふるをあり今第三十三圖に示すが如く水素に點火して之を鹽素氣中に降せば炎色綠に變ずるも消滅するをなし此の際一種の氣體を生じ空氣中に發煙するを看る青色



圖三十三第



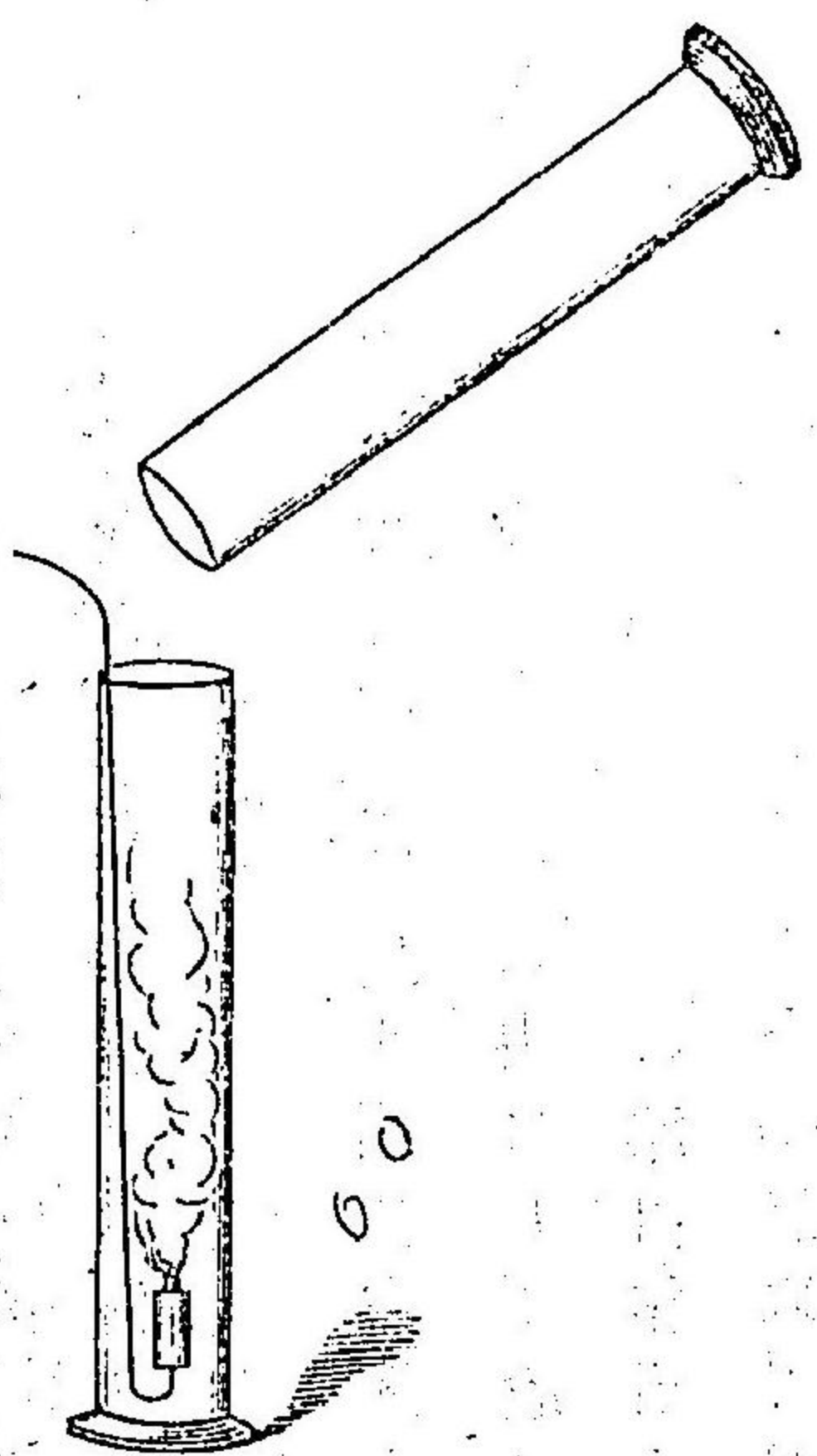
試験紙を之に接すれば忽ち赤變するを以て其の鹽化水素なるを知るべし此の實驗に於ては水素と鹽素と直接に化合したるものなれば鹽化水素の組成は是に至て益明なり

四四

四四

硝子筒の底に點火せる蠟燭を降し之に鹽素を注下すれば燭火忽ち幽晦に

圖四十三第



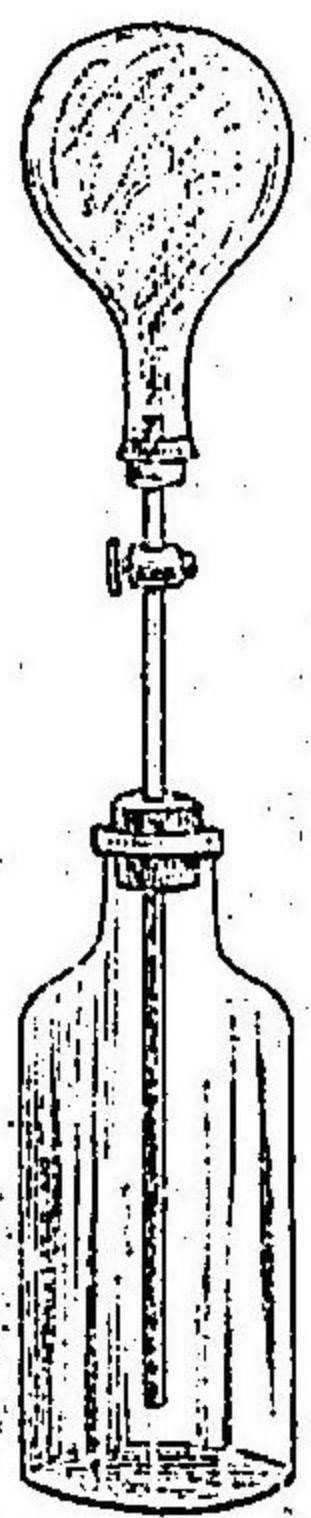
變じ黒煤を發出す(第三十四圖)而して青色試験紙を筒口に持すれば赤變するを見る此の實驗は種々なる事實を示すものなり第一鹽素が空氣に比すれば甚だ重きを示し第二煤即ち炭素が蠟の一成分なるを示し第三鹽化水素の發生したるに依

りて水素も亦蠟の一成分なるを示せり

四五 酸素中に於て盛に燃燒したりし燐は善く鹽素氣中に於ても燃燒し又砒素

の粉末を此氣體中に投ずれば自から發火して其の靚頗る美なり鹽素は又金屬とも盛に化合するとあり第三十五圖に示すが如く硝子活栓を具へたるフラスコに

圖五十三第

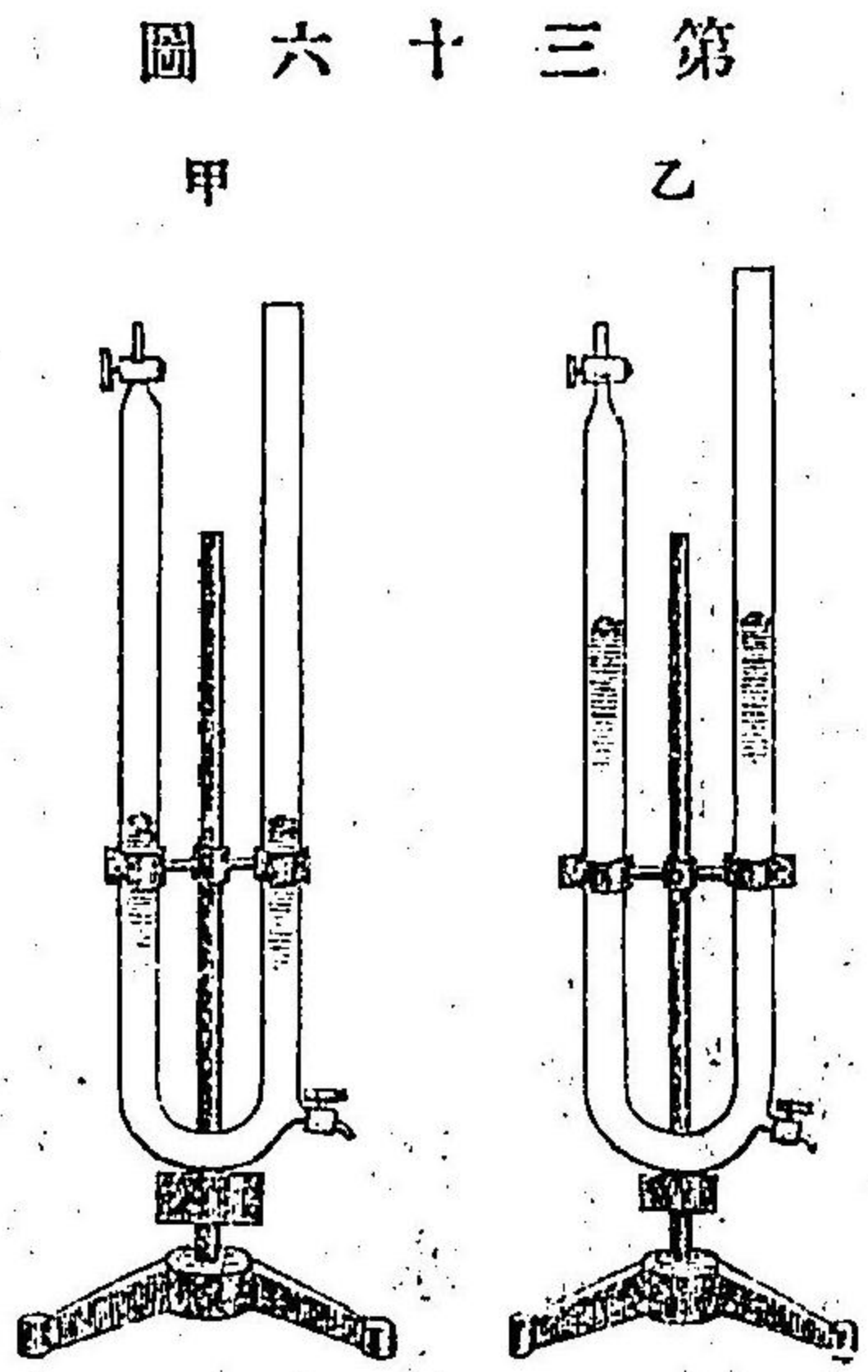


銅箔を入れ其の中の空氣を抽出し之を鹽素器に接続して活栓を開けば鹽素の進入すると同時に銅箔は美麗なる綠色

の炎を擧げて灰狀の物質に變ず是れ銅が鹽素と化合して鹽化銅を生じたるなり水銀も亦鹽素に逢へば忽ち之と化合す是れ此の氣體を捕集するに水銀を用ふる能はざる所以なり鹽素が諸物質と化合する作用の甚だ盛なるは此等の事實に徴して明なるべし

### 第三節 鹽化水素の體積組成

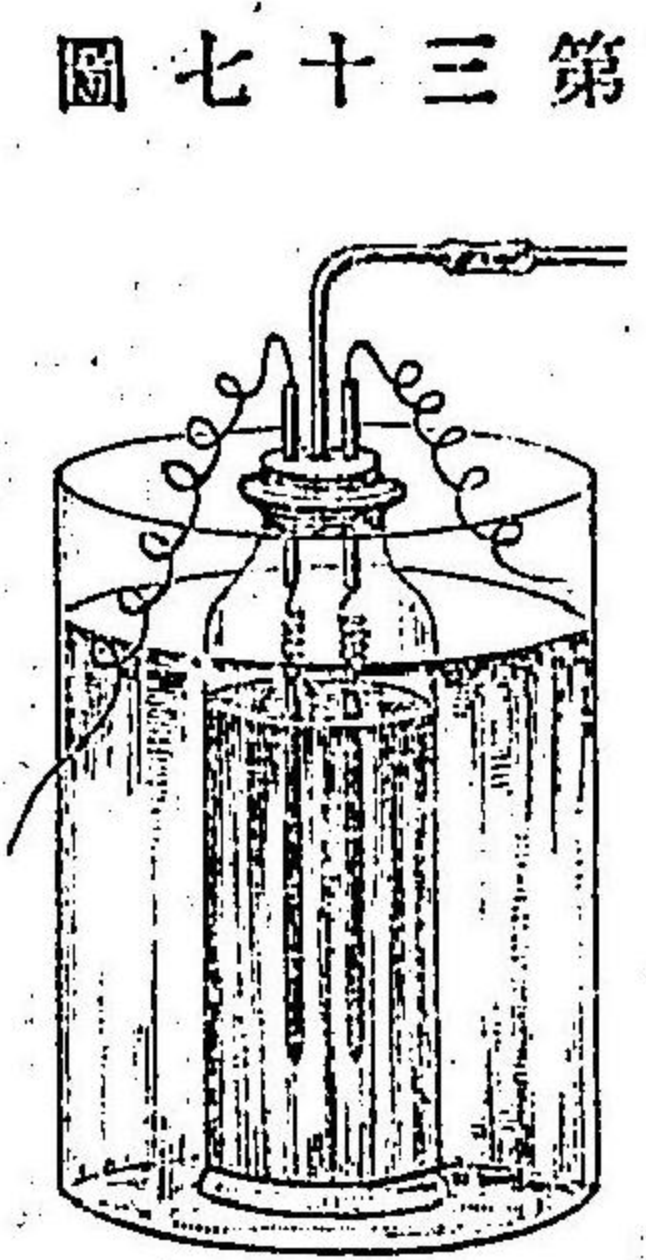
四六 第三十六圖に示すが如く彎曲ユーヂオメートルに鹽化水素を輸入して其の體積を記し次にナトリウムアマルガムを開きたる管に注入して之に滿し木栓を以て密閉したる后ユーヂオメートルを傾倒し振盪して鹽化水素を充分にナト



リウムアルガムと相接觸せしめ再び氣體を閉ぢたる管に移し始めの如く兩管の水銀を平均して残留せる氣體の體積を測れば正に用ひたる鹽化水素の半なるを看るべし而して残留せる氣體の水素なるとは之を點火して證明し得べく且つ第四十項の成績に徴して明なり此の實驗は二容の

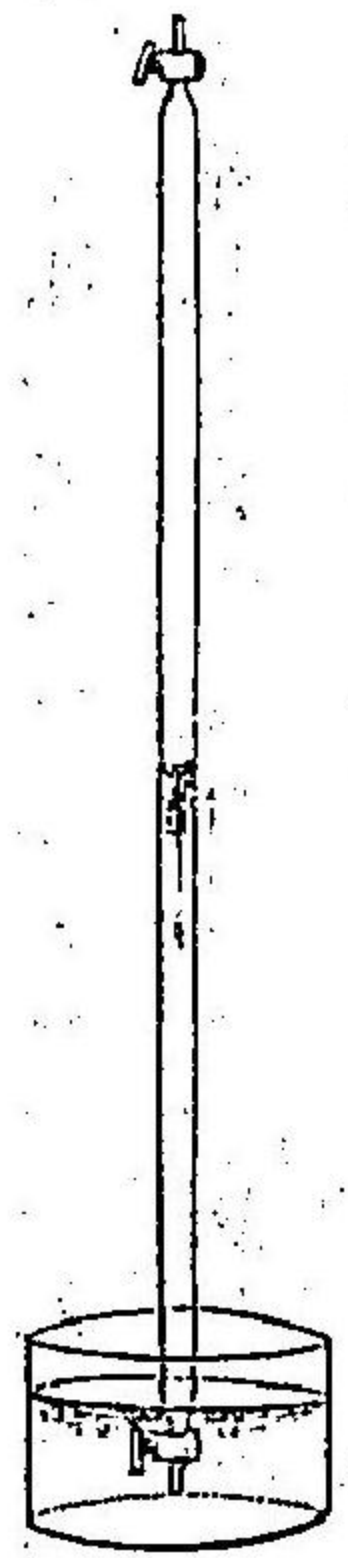
鹽化水素が一容の水素を含めるとを示せり

四七 鹽化水素中に含有する水素の量は既に之を知るを得たり更に其の含有せる鹽素の量を知らんと欲せば再び電氣分解の方を用ふべし此の分解に由りて發出する鹽素並に水素の容が相等しきとは既に第三十九項の實驗に於て示せし所なり此の兩氣體の混合物を得んとするには第三十七圖に示せる装置を用ふるを便利とす今



之より發出する混合氣を兩端に活栓を備へるた硝子管第三十八圖に滿し其の一端を沃化カリウムの溶液中に没入して活栓を開けば溶化カリウム液は管の中央に昇り褐色に變ずべし残留せる氣體

第三十八圖



は無論水素にして正に管の半を占めたり故に電氣分解に由りて發する混合氣は等容の鹽素及び水素より成れると益明なり次に同一の管に滿したる混合氣を暫く擴散せる日光(日蔭の光線に曝し更に數分間直射の日光に曝せば鹽素の綠色は全く消失すべし是に於て管の一端を水銀中に開くに水銀の管内に昇るとなく又氣體が管外に逸出するとなく氣體の體積に變化を來さざりしを知るべし更に管を水中に開けば水は昇りて管に滿つるを看る若し豫め水に青色リトマスを加へ置けば其の赤變するに依りて管内の氣體が鹽化水素なりしを證すべし

鹽素と水素との混合物は光線に逢へば容易に化合するものなれば開所に於て之を取扱ふを要す

上記の實驗は鹽素一容が水素一容と化合して鹽化水素二容を生ずるを示すものなり

四八 水素と鹽素が等容已外の割合に於て化合せざるを示すには第三十九圖に示すが如く活栓を以て不等に兩分したる管を用ふ今其の大なる區分に水素を入れ小なる區分に鹽素を滿し活栓を開

第三十九圖



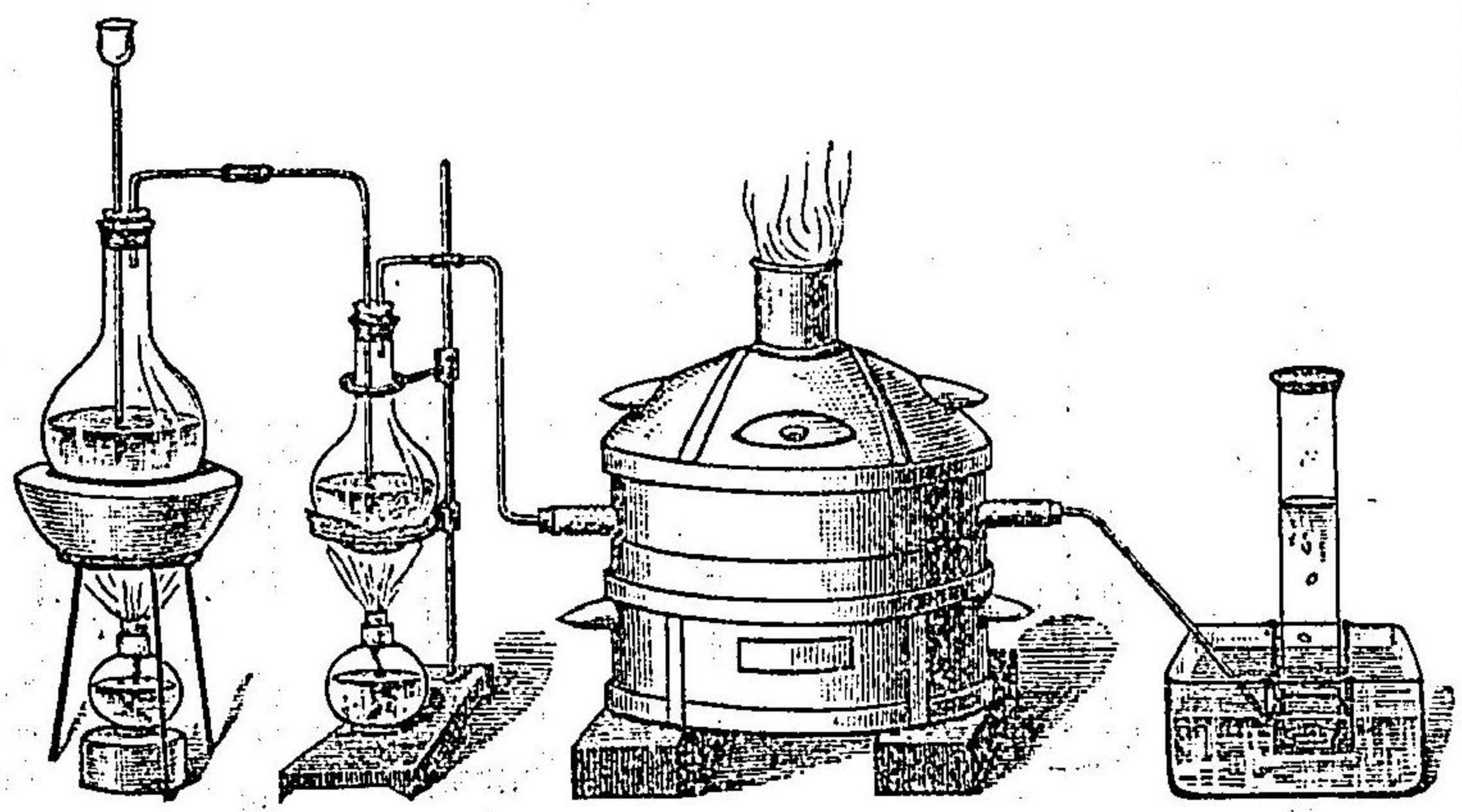
きて二氣を混じり暫時日蔭に置きたる后二三分時直射の日光を受けしめ而して后管の一端を水中に開けば水は管内に進入し残留する氣體は水素にして其の體積は兩區分の差に均しかるべし之に反して鹽素を大區分に入れ水素を小區分に入れば残留する氣體は鹽素なるべし

四九 水素の密度は0.0000899+0.00315 〓 0.00315は善く事實に符合せり第三十八項を參觀せよ

### 第四節 一二酸化鹽素

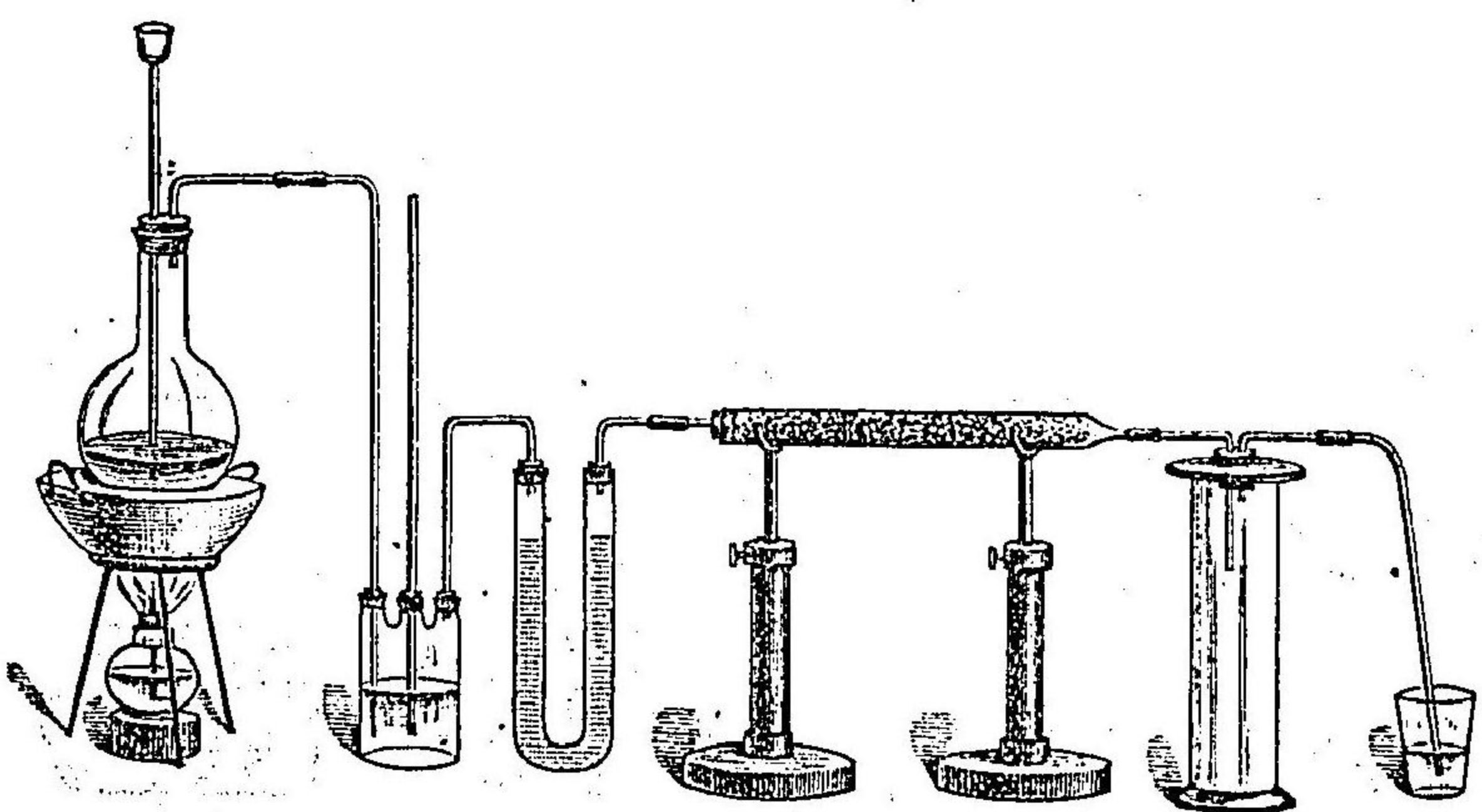
五〇 鹽素は既に水素と化合して鹽化水素を生じたり又能く酸素と結合するや否や若し結合せば如何なる性状の物質を生ずべきか鹽素を酸素と共に混和するも何等の變なく其の混合物を熱し或は之に電氣の火花を通ずるも化合するをなれば此の二物を直接に化合するを能はず然れども間接の方法に由りて此の酸化物を得べし今冷水に鹽素を通じて之を吸収せしめ所謂鹽素水を作り之を日光に曝す時は徐々に氣泡の發出するを看る此の氣體を集めて之を檢するに酸素に外ならず是れ鹽素が水中の水素を奪ひて之と化合し酸素を游離したるなり此の變化を急速に行はんと欲せば

第四十圖



第一編 化學通論

第十四圖



第四十圖に示すが如く爐中に横へて熾熱せる磁管に鹽素と水蒸氣の混合物を通ずべし發出する氣體を水上に捕集すれば酸素を得て之を檢定すると容易なり

五一 上記の實驗に於ては唯酸素を得たるのみにて鹽素の酸化物を得る能はざりしが酸化水素に代ふるに酸化水銀を以てせば容易に志を得べし第四十一圖に示すが如く硝子管に酸化水銀を入れ之に乾燥せる鹽素を通ずれば鹽素は酸素と化合して一二酸化鹽素と稱する物質を造り又水銀及び酸素の一部分を化合して鹽酸化水銀を造るなり此の物は固體にして管中に殘留し一二酸化鹽素は氣體にして管端より發出す之を下方置換に依て捕集すべし

五〇

五二 一二酸化鹽素は黄色の氣體にして其の臭は鹽素に類するも自から異なりたる所あり其の水に溶け易きとは殆ど鹽化水素に似たり此の氣體の密度は(十六度より推算す)〇〇〇三八八にして水素より重きを四三五倍なり  
一二酸化鹽素は漂白力最も強く藍紅等にて染めたる布片を潤して此の氣中に懸くれば忽ち脱色す

燐硫黄ナトリウム等を此の氣中に降せば自然に發火し甚しきに至りては爆發するをあり

五三 一二酸化鹽素の發生器を細き導管に由りて第三十九圖に示したる長管に連接し之に亞酸化クロルを満し次に第二の長管を連接し導管を熱すれば一二酸化鹽素は長管に入るに先ちて悉く分解す故に第二の長管に滿つるは鹽素と酸素の混合物なり今第一の長管の一端を水中に開けば水は昇りて之に滿ち餘す所なかるべし更に第二の長管を沃化カリウム溶液中に開けば褐色の液は昇りて管の長さ三分の二に達すべし故に鹽素二容が酸素一容と化合して一二酸化鹽素を作れるとは明なるも一二酸化鹽素の體積は未だ之を測定し得ざるなり然れども前

項に掲げたる密度より容易に推算するを得べし鹽素の密度は水素の三五五倍酸素は一六倍にして一二酸化鹽素は四三五倍なれば  $\frac{2 \times 35.5 + 1 \times 16}{43.5} = 2$  二容の一二酸化が二容の鹽素と一容の酸素とより成れると明なり

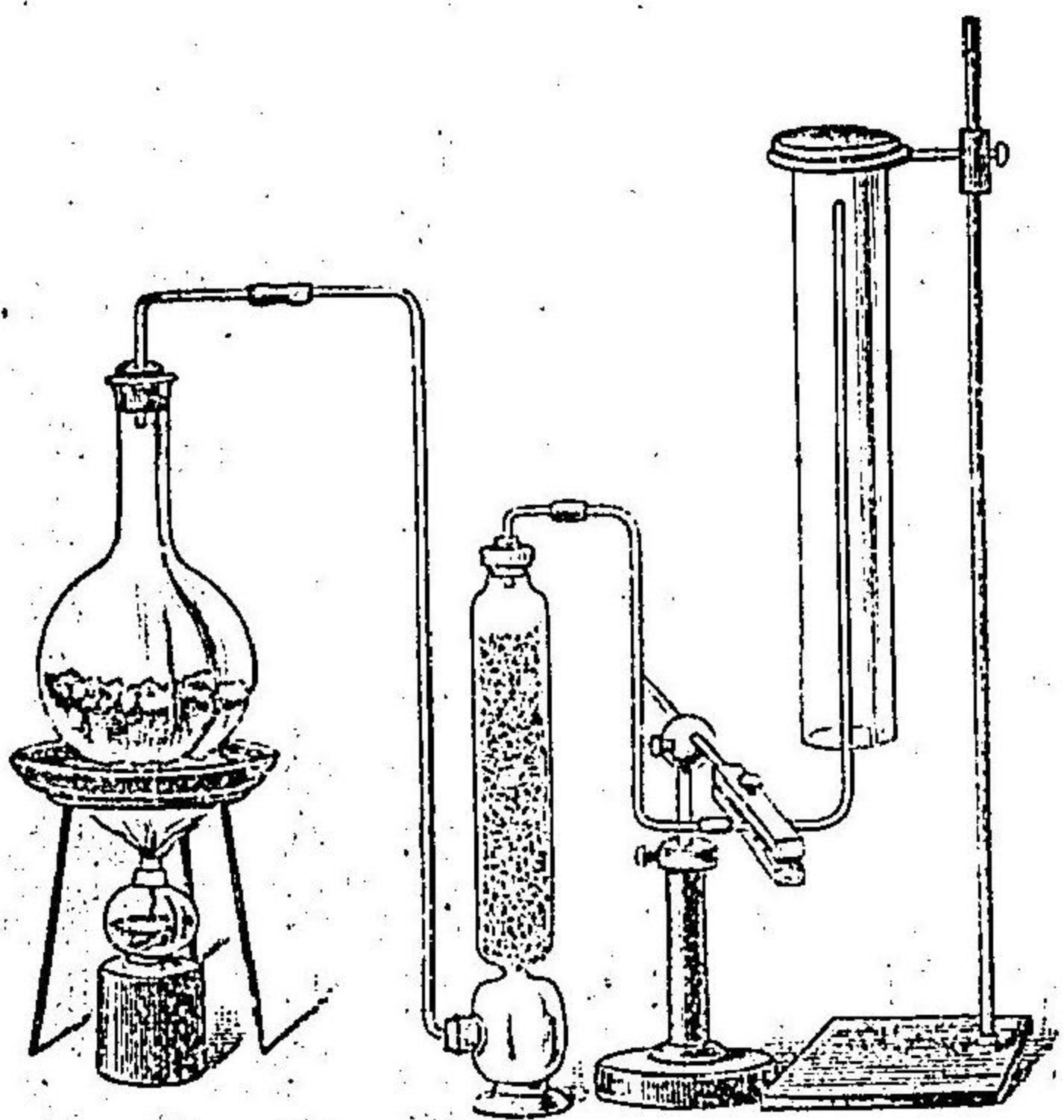
### 第五章 アムモニヤ及び窒素の酸化物

#### 第一節 アムモニヤ

五四 滷砂の粉末と消石灰の混合物をフラスコにて熱し發出する氣體をして生石灰を充したる乾燥塔を通過せしめたる后第四十二圖に示すが如く上方置換に由りて捕集すべし又之を水銀上に集むるも可なり

此の無色の氣體は之をアムモニヤと稱し刺戟臭ありて甚だ水に溶け易く此の

第四十二圖

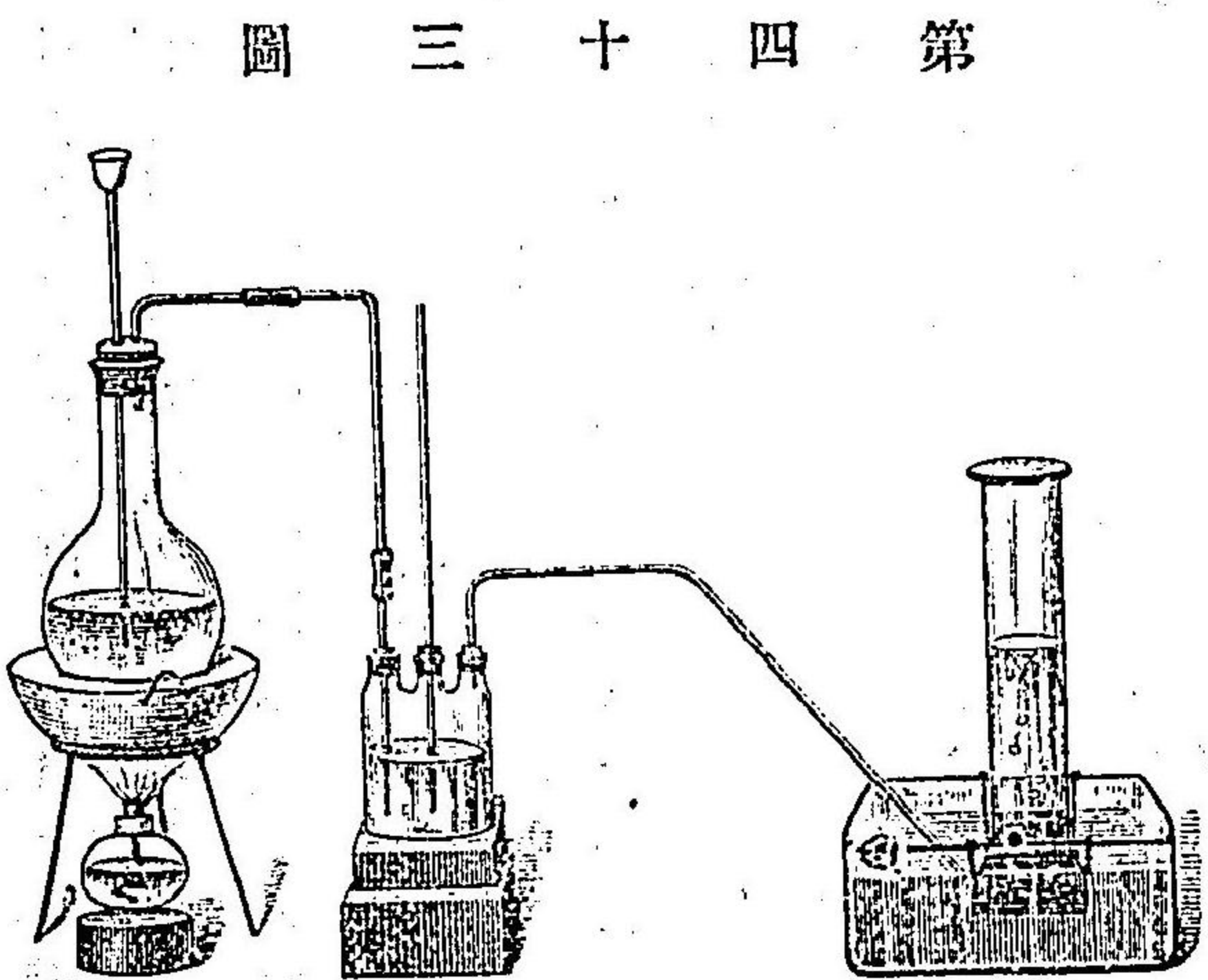


氣體を滿したる圓筒の口を水中に開けば水の昇るを鹽化水素の實驗に於けるが如し而して赤色リトマスを以て水に着色し置けば其の青變ずるを見る此のアルカリ性反應は溶液のみならず氣體も亦之を呈し赤色試験紙に觸るれば之を青色と變じ姜黄紙に觸るれば之を褐色に變ず姜黄紙は殊に氣體なるアムモニヤを檢出するに適せり

アムモニヤは頗る輕き氣體にして標準の狀況に於て一立方糎の質量〇〇〇〇七六一九に過ぎず之を水素に比すれば重きと八五倍空氣に比すれば〇・五八六に當れり

五五 鹽化水素の電氣分解に用ひたる装置第二十九圖にアムモニヤの水溶液を入れ之に電流を通ずれば兩電極より氣泡を發出し其の陰極より發するものは陽極より發するものに三倍せり而して之を檢するに陰極に集りたるは水素にして陽極に集りたるものは窒素なり水及び鹽化水素の例に徴すればアムモニヤが窒素及び水素に分解したるは殆ど疑ふべからざるに似たり此の推料の當否を確むるには更にアムモニヤより水素及び窒素を別々に取出すを要す

五六 カリウムを以てアムモニヤに作用し水素を發せしめんには鹽化水素の場合に於けるが如く硝子球にカリウムの小片を容れアムモニヤ氣流に於て之を熱すべし發出する氣體を水銀上に捕集して試験すれば其の水素なるを分明なるべしカリウムのアムモニヤ氣中に熔融するや須臾にして金花蟲の外翅に類したる青色の金屬光ある薄膜を被り其の破るゝに及んで水素の發生を始め遂に帶綠色灰狀の物質となる之をアミドカリウムと名づく



圖三十四第

五七 節四十三圖に示すが如くアムモニヤの溶液に鹽素を通ずれば劇烈なる作用を起し火光液中に閃き白煙の瓶に滿つるを看る此の際起泡して發出する氣體を水槽に導き捕集して試験するに純然たる窒素なり此の際白煙の起りたるは水素と鹽素が化合して生じたる鹽化

水素がアムモニヤと化合して滴砂を生ずるに由れり

五八 前項の實驗を少く變化すればアムモニヤを集成せる水素と窒素の割合を

定むるを得べし第四十四圖に示すが如く小球と二個の活栓とを備へたる硝子管長さ一米許なるを取り

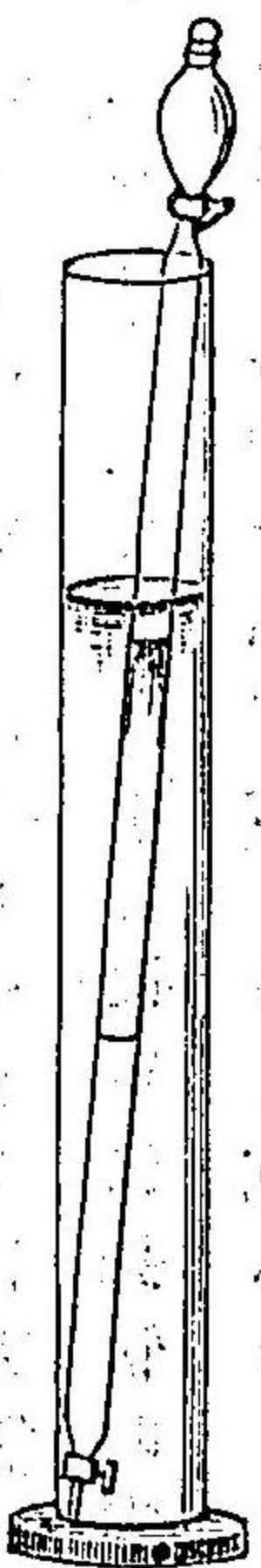
圖四十四第



之に鹽素を滿し次に小球に強アムモニヤ水を注入し少く活栓を開きて之を管内に滴下せしむれば閃光を發し白煙を起し窒素を游離す管内の鹽素を用ひ竭して

稍剩餘あるべきアムモニヤ液の量を加へたる后第四十五圖に示すか如く長管の下端を長筒内の水中に没して下部の活栓を開き深く筒内に浸入すれば水は長管に進入し氣體の管内に

圖五十四第



残留するものは全容積の正に三分一なるべし而して此の氣體の窒素なるとは前項の實驗に徴して明なるべく又直接の試験に由りて容易に判知し得べし鹽素は等容の水素と化合するが故にアムモニヤに於ては三容の水素が一容の窒素と化

合せると此の實驗に徴して明確なり

五九 前項の實驗に用ひたると同一の装置を用ひ長管にアムモニヤ氣を滿し小球に次亞臭素酸ナトリウムの溶液苛性ソーダ液に臭素を加へて造るを注入し之を長管内に滴下すればアムモニヤは水素を奪はれて窒素のみ残留すべし其の體積を前の如くして測定するに正に長管の半を占むるを見るなり故に二容のアムモニヤは一容の窒素を含めるを知るべし而してアムモニヤに於ては一容の窒素は三容の水素と化合せるを以て二容のアムモニヤは一容の窒素及び三容の水素より成れりとの結論に達するなり此の結論が事實に合するとは左の實驗に由りて一層的確なるべし

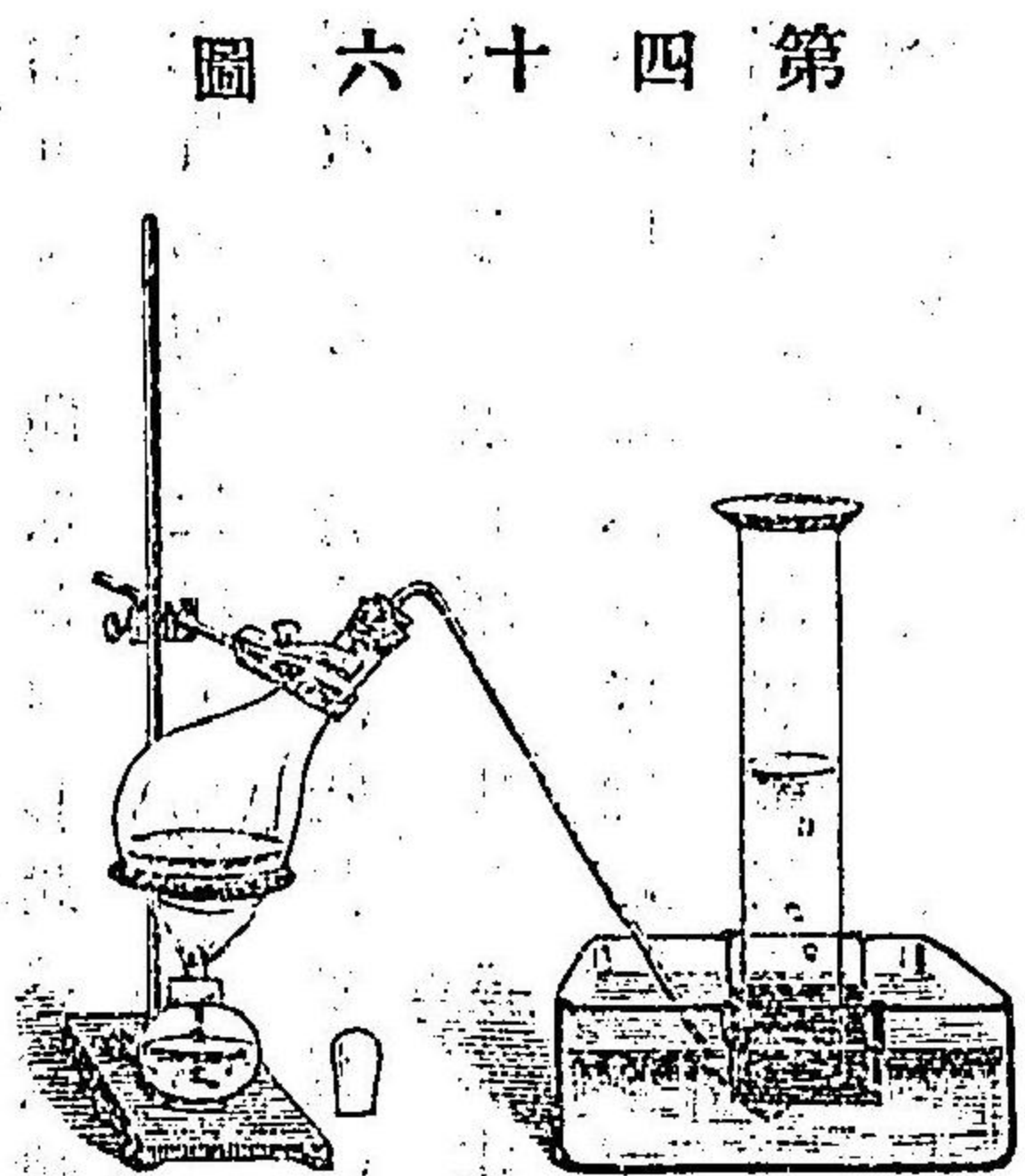
六〇 彎曲ユーデオメートルに適量のアムモニヤ氣を輸入し強き感應コイルに由りて之に電氣の火花を通ずれば暫時にして其の體積二倍すべし是に於て其の氣體を検するに復アムモニヤの臭なく之に姜黄紙を呈するも褐變するをなく之に點火すれば善く燃焼す此等の事實はアムモニヤが窒素及び水素に分解したるを示すものなり今アムモニヤの分解に由りて生じたる混合氣に其の體積八分の

三の酸素を加へ電氣の火花を通ずれば水素は酸素と化合して水となり悉く液化す茲に於て残留せる氣體の體積を測るに混合氣の四分の一にして用ひたるアムモニヤの半なりアムモニヤの二容が一容の窒素と三容の水素とより成れるとは復疑ふべからず且つアムモニヤの密度は水素の八倍半にして窒素は水素の十四倍なれば其の組成より計算したる所と全く一致するなり

$$\frac{3 \times 14}{2} = 8.5$$

### 第二節 一一酸化窒素

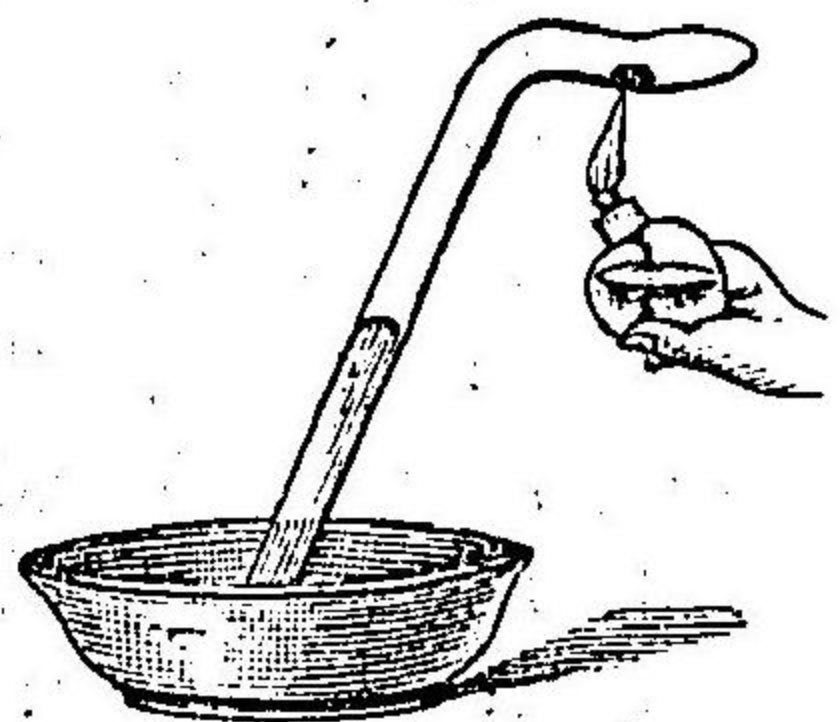
六一 硝酸アムモニウムを乾燥したるフラスコに入れ第四十五圖に示すが如く熱すれば熔融して盛に氣體を發出す之を水槽上に捕集して檢するに無色無臭にして之に餘燼ある木片を挿入すれば再燃するを恰も酸素に於けるが如し然れども其の酸素にあらざる事は己下に解説する所に



第四十六圖

由りて分明なるべし此の氣體を名けて一二酸化窒素といふ  
 木片の再燃に徴して明なるが如く此の氣體が殆ど酸素に類したる支燃體にして  
 點火せる燐若くは硫黄を其の中に降せば燃燒の盛なると殆ど純粹なる酸素中に  
 於けるが如し而して燐は無水燐酸の白煙を擧げ硫黄は無水亞硫酸の臭氣を發す  
 るを以て考ふれば此の際の現象は酸化にして一二酸化窒素が酸素を含有するを  
 は殆ど疑を容れざるなり

六二 第四十七圖に示すが如く屈曲したる硬硝子管に一二酸化窒素を滿し之に



第四十七圖

カリウムの小片を輸入し水銀上に立て管内氣體の容積を  
 記し水銀下に於て拇指を以て管口を密塞し文火を以てカ  
 リウムを熱すれば盛に燃燒すべし放冷したる后其の體積  
 を測るに毫も燃燒前に異ならず而して殘留する氣體を檢  
 するに支燃の性なく純粹なる窒素なり此の實驗に由りて  
 一二酸化窒素は等容の窒素を含有するを知るなり  
 六三 一二酸化窒素の含有する酸素は又水素と化合せしめて之を奪ふを得べし

今彎曲ユーゲオメートルに一二酸化窒素を輸入して精密に其の體積を測り次に  
 正しく等容の水素を加へ感應コイルを用ひて電氣の火花を通ずれば水素は一二  
 酸化窒素の含有せし酸素と化合し水を生じて液化す茲に於て殘留する氣體の體  
 積を測るに正に用ひたる一二酸化窒素の體積に均し而して之を檢するに前の如  
 く純粹なる窒素なり此の實驗に於ては等容の水素を用ひたれば一二酸化窒素は  
 其の體積の半なる酸素を含有せると明なり

已上の成績を再言すれば一二酸化窒素の二容は二容の窒素及び一容の酸素より  
 成れり

酸素は水素より重きを一六倍窒素は水素より重きを一四倍なれば上記の組成よ  
 り計算すれば亞酸化窒素は水素より重きと二二倍ならざるべからず而して其密  
 度を測定するに標準の狀況に於て〇〇〇一九七八にして正に水素の密度に二二  
 倍せるを看るなり

### 第三節 酸化窒素及び一二酸化窒素



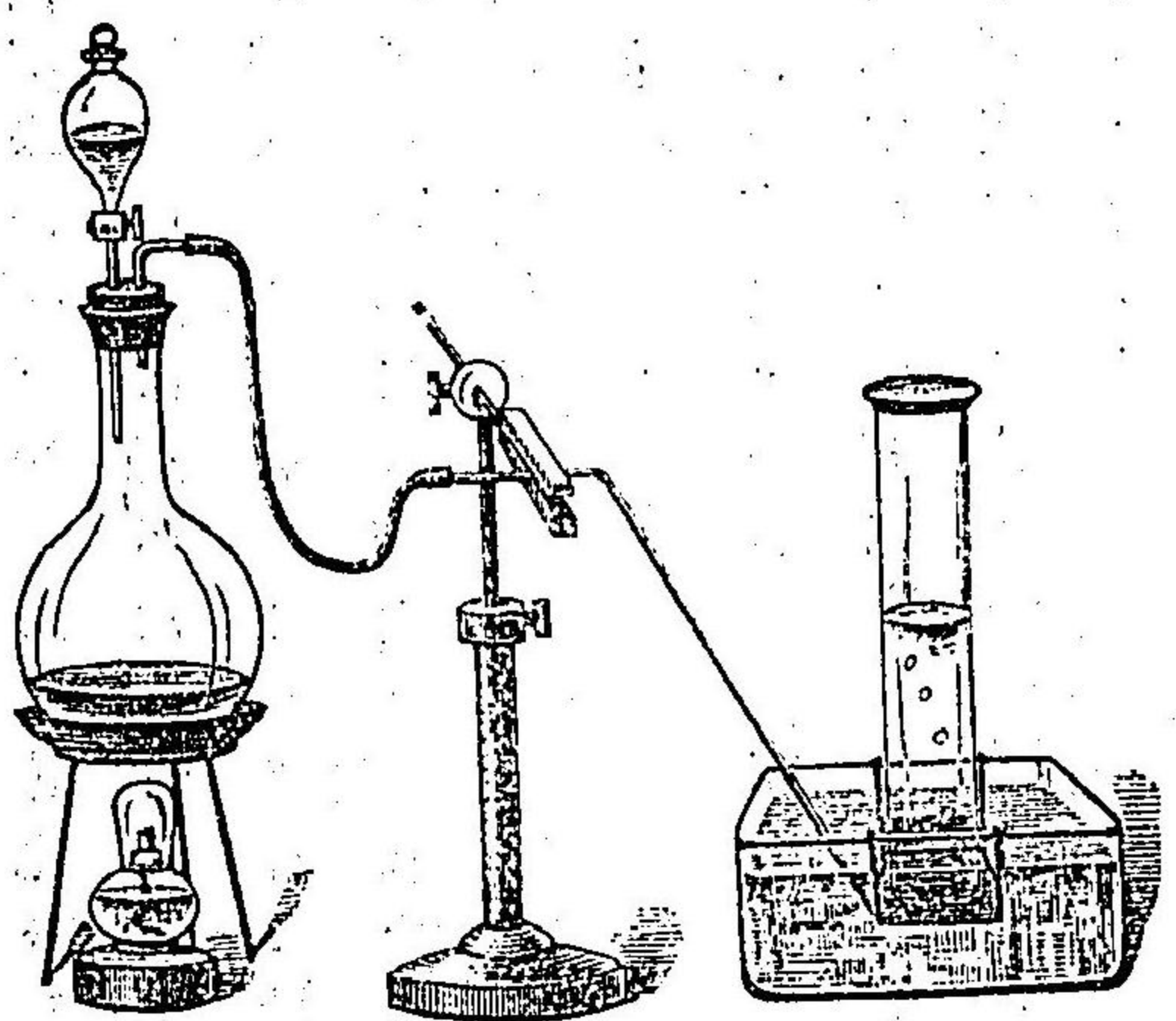
六四 窒素と酸素との化合物は亞酸化窒素のみならず尙ほ四種あり今其の中の二種に就きて少く解説せん

六〇

綠礬と硝石とをフラスコに容れ水を加へ活栓を具へたる小漏斗より強硫酸を滴加しフラスコを振盪すれば一種の氣體を發出す實驗の始めに當ては赤色の氣體フラスコに滿つるも暫時にして其の色消失す茲に於て發出する氣體を水槽上に捕集す此の氣體を名けて酸化窒素といふ

酸化窒素は無色の氣體にして之に餘燼ある木片を送入する時は忽ち消滅す然れども盛んに燃焼せる木片若くは燭火を此の氣體中に入れば其の燃焼愈盛なるなり燐若くは硫黄の如きも火熱微なるものを此氣中に降せば消滅するも既に善く燃焼せるものを送下すれば光輝の強烈なるを酸素若

第四十八圖



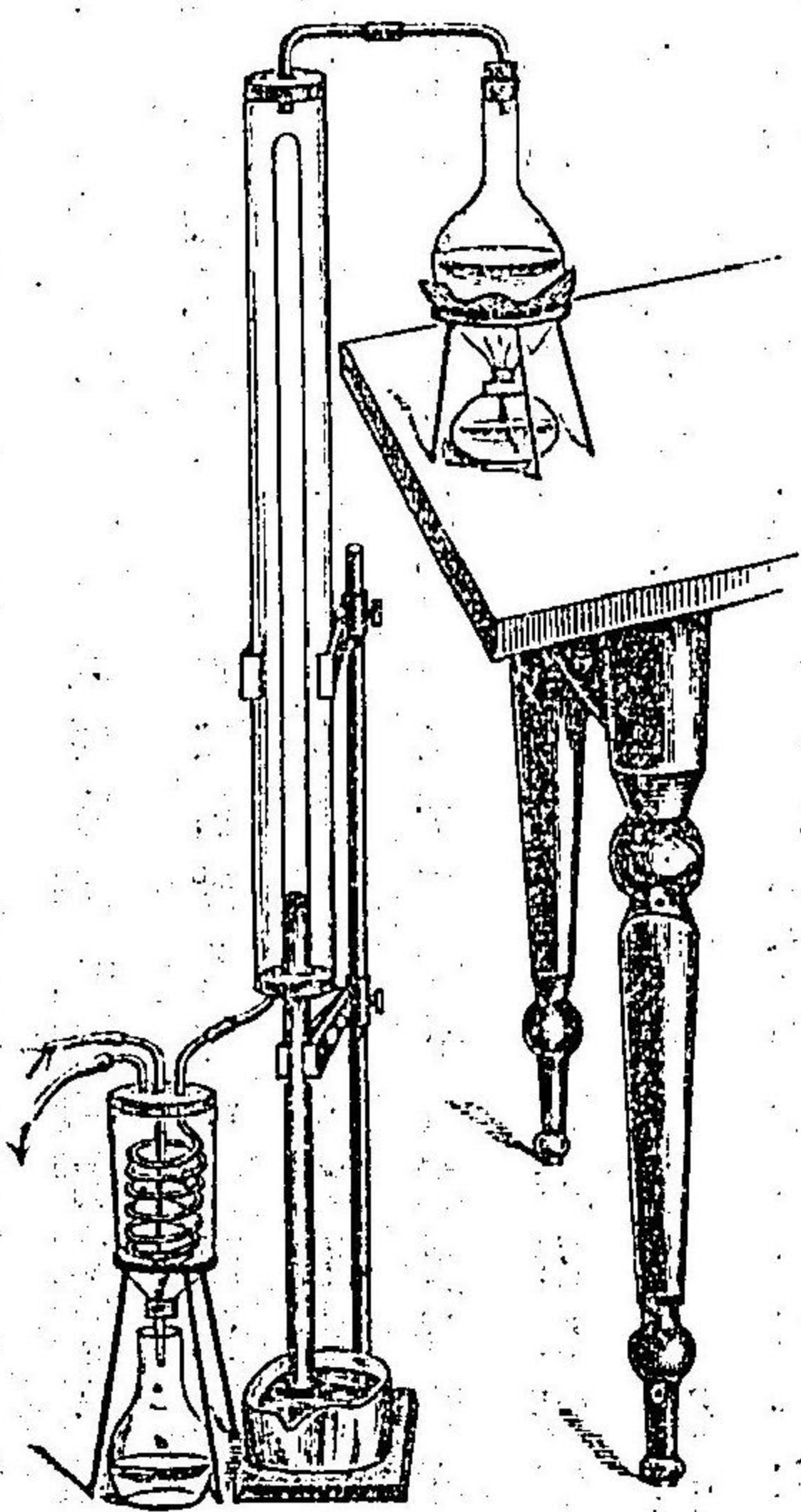
くは亞酸化窒素中に於けるものと相伯伸せるを看るべし此の氣體が酸素を含有する事は此等の現象を觀察せば自から明なるべし

六五 亞酸化窒素の場合に於けるが如く酸化窒素中に於てカリウムを燃焼して殘留せる氣體の體積を測るに用ひたる酸化窒素の半に居れり而して之を檢するに窒素なり故に酸化窒素は半容の窒素を含有せると明なり次に彎曲ユーヂオメートルに於て酸化窒素に等容の水素を混じ之に甚だ強き電氣の火花を通ずれば純粹なる窒素殘留し其の體積は用ひたる酸化窒素の半なり此の成績は二容の酸化窒素が一容の窒素及び一容の酸素より成れるを示すものなり而して酸化窒素の密度を測るに標準の狀況に於て〇〇〇一三四四にして正に水素の密度に十五倍し上記の組成より算出したる所と一致せり

六六 酸化窒素の空氣に逢ふや忽ち赤色の氣體に變ぜり是れ酸化窒素が酸素と化合して二酸化窒素と稱する物質を生ずるに依れり曩に酸化窒素を製するの始めに當てフラスコ内の氣體が赤色を呈したるは實に二酸化窒素を生ぜしが爲めなり

鹽化水素合成の實驗に用ひたる管第三十九圖の如く活栓を以て兩部に區割し大區分は小區分の二倍なるものを取り其の大區分には酸化窒素を入れ小區分には酸素を滿し活栓を開きて兩氣を混和せしむれば忽ち濃赤褐色の氣體となる是に於て少く水酸化ナトリウムを加へたる水中に於て管の一端を開けば水は忽ち上りて管に滿ち餘す所なかるべし是れ酸化窒素の一容が半容の酸素と化合して二酸化窒素を生じたるなり

第四十九圖



六七 第四十九圖に示す如く水銀上に長管を樹て外筒を以て之を圍みアミルリアルコホルの蒸氣を通して百卅二度に熱し小き柵を以て一定體積の酸化窒素を長管に送上して其の體積を記し更に其の半容の酸素を輸入

するに管内の氣體は褐赤色に變ずるも其の體積は毫も増加するをなく依然として用ひたる酸化窒素の體積なるを看るなり故に二容の過酸化窒素は一容の窒素及び二容の酸素より成れるを明なり此の實驗に高温度を用ひたるは常溫に在りては二酸化窒素の液化し易きと其の氣體密度の低温度に於て不規則なるとに由れり又二酸化窒素は水銀を犯すが故に固形パラツフインの小粒を送上し其の熔融せるものを以て水銀面を保護するを要す

六八 第一章已下本章に至る間に檢定したる化合物及び其の組成を擧ぐれば

- (一) 水(水蒸氣として) 其の二容は水素二容酸素一容より成れり
- (二) 鹽化水素 其の二容は水素一容鹽素一容より成れり
- (三) 一二酸化鹽素 其の二容は鹽素二容酸素一容より成れり
- (四) アムモニヤ 其の二容は窒素一容水素三容より成れり
- (五) 一二酸化窒素 其の二容は窒素二容酸素一容より成れり
- (六) 酸化窒素 其の二容は窒素一容酸素一容より成れり
- (七) 二酸化窒素 其の二容は窒素一容酸素二容より成れり

## 第六章 化學的變化

## 第一節 化學的變化的分類

六九 綿を紡ぎて糸と爲し糸を織りて布と爲すも其の實質たる綿毛は布に於ても分明に認め得らるゝなり米を變じて麴となし麴を醸して酒と爲せば原料たる米の實質は酒に於ては復檢出すべからず是れ紡織に於ては其の變化外形に止まりて實質に及ばざるも醱酵に在りては實質全く變化し了れるなり又水を熱して蒸氣と爲し或は之を冷して氷と爲せば其の性狀全く變化するも其の實質は依然として水たるを失はず之に反して水を分解して酸素水素の二物と爲せば物質一變して復た故の水にあらざるなり紡織の如く變化の外形位置にのみ止まるものは之を器械的變化といひ水を蒸氣若くは氷に化したるが如く變化の性狀に止まるものを物理的變化といひ醱酵に於けるが如く又水の分解に於けるが如く全く物の實質を革新するの變化を化學的變化といふ宇宙間に發現する萬般の物質的變化は悉く之を此の三種に分類するを得べし而して生活の現象の如く複雑なる

のも之を解拆すれば殆ど皆此の三種の變化に歸着するなり

化學は化學變化を講明するの學にして萬物の組成を檢定し組成と性質の關係を究め組成の變化と之に伴へる性質の變化及びエネルギーの變化を闡明するを以て目的と爲し理科學の一に位し實驗と推究とに依りて立てるものなり而して物理學とは其の關係最も親密なれば化學を修めんと欲するものは多少物理學の知識を備へざるべからず

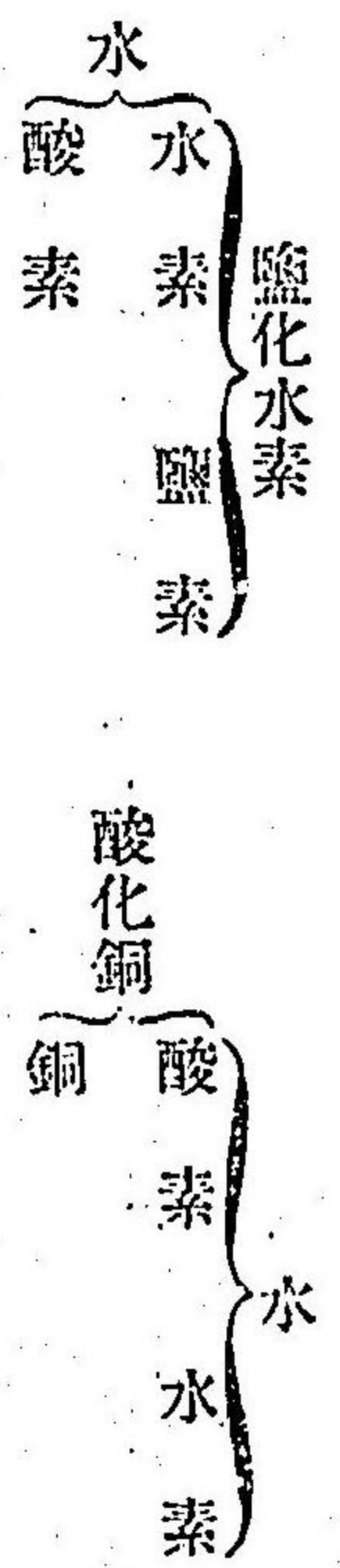
七〇 化學變化に種々なる區別あるべきは前諸章に記述したる所に徴して明なり尋常之を別ちて五種とす

(一) 化合 二種已上の相異なる物質が結合して新規なる一種の物質を成生する化學變化といふ例へば水素と酸素とが結合して水を生じ鹽素と水素とが結合して鹽化水素を生ずるが如き是なり

(二) 分解 一種の物質が分れて二種已上の新規なる物質を生ずる化學變化をいふ例へばアムモニヤに電氣の火花を通ずれば窒素と水素とを生じ鹽素酸カリウムを熱すれば酸素と鹽化カリウムとを生ずるが如き是なり

(三) 置換 一種の物質が他の物質中の一部分を驅出して之と交代するの化學變化

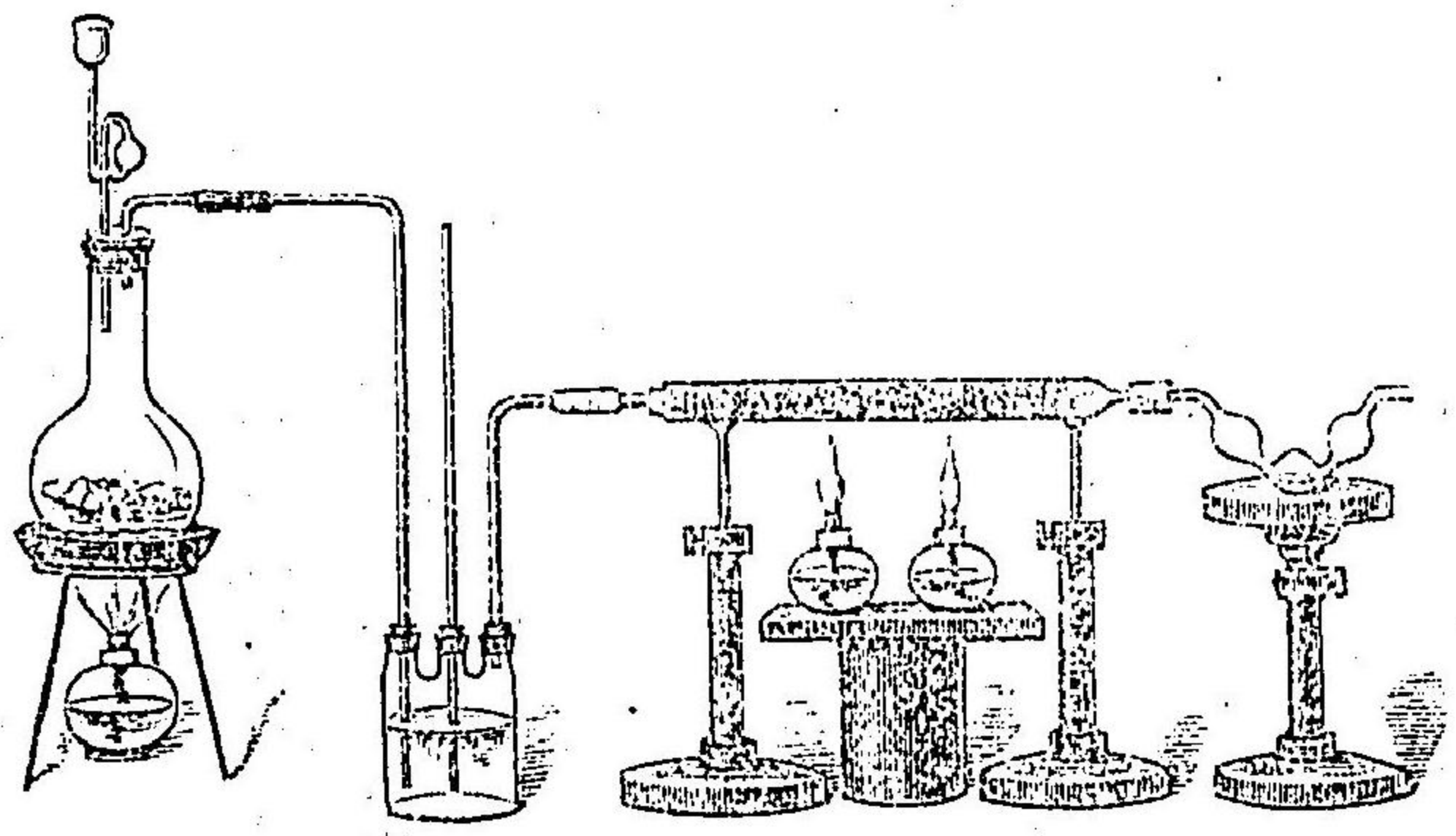
をいふ例へば鹽素が水中の酸素を驅出し之に代りて水素と結合して鹽化水素を生じ水素が酸化銅より銅を遊離して水を生ずるが如き是なり此の類の變化を簡單なる式にて表すれば左の如し



(四) 複分解 二種已上の物質が互に其の成分の一部

分を交換して二種已上の新規なる物質を生ずる化學變化をいふ今第五十圖に示すが如く硝子管に酸化銅の細末を入れ文火を以て之を温め鹽化水素を通ずれば黑色なりし酸化銅は暫

圖 十 五 第



時にして黄色の物質に變ず同時に管端より發出する水分は硝子球内に集溜す此の黄色の物質は鹽化第二銅と稱し過量の鹽素中に於て銅を燃焼する際に生ずるものにして之を水に投ずれば溶解して鮮麗なる青色の液を生ず此の化學變化は複分解の一例にして左の式に由りて簡明に表出するを得べし



(五) 同分變化 一種の物質が新規なる他の一種の物質に變ずる化學變化をいふ其の解説及び實例は後章に詳なり

置換と複分解は分解と化合の同時に併發するものと思考するを得べし且つ分解は單に化合に反對したるものにして其の關係恰も表裏の如くなれば化學變化は遂に一に歸着するなり然れども後に論ずるが如く通常化合と稱し分解と稱する化學變化は多くは複分解に屬するなり二物相逢ふて化學變化を起すを反應といふ最も便利なる語なれば一般に化學變化の總稱として之を用ふべし

## 第二節 化學變化に必要な條件

七一 兩物質が相反應せんには其の間に微小の空隙たも存すべからず必ず相接着するを要す然れども固體の相密着するは唯觸接の點のみなれば兩固體の間には假令化學變化を起すとあるも若し之が爲めに流動體を生ずるとなくんば其の變化は皮層に止まるべし故に盛に化合置換複分解を起さんには少くとも一物質は氣體若くは液體ならざるべからず而して其の固體なる物の作用は單に表面に在るを以て表面愈大なれば反應愈盛なり故に同一質量の固體に在りては之を粉碎すれば大に其の化學變化を速ならしむべし

壓力も亦物質間の空隙を去り之をして密着せしむるものなれば固體なる兩物質の粉末を熟混して之に強大なる壓力を加ふれば蓋し發熱の爲めに熔融するに至らざるも二者をして反應せしむるをあり

七二 マグネシウム線は常溫に於ては之を空氣中に放置するも略ぼ變化するをなし之を熱して或高溫度に達するに及んで始めて空氣中の酸素と化合して燃焼

するなり硫黃の如き木炭の如きは皆然らざるなし是れ化學變化を起すには或溫度を要するに由れり然れども此の溫度の最低限は反應する物質に隨て一樣ならず例へば硫黃の如きは空氣中に在りては稀高き溫度二百六十度に昇らざれば燃焼せざるも燐の如きは熱して六十度に至れば盛に燃焼を始むべし斯の如く燃焼に必要な溫度を發火點といふ發火點と化合に必要な溫度とは決して同一視すべからず燐の如きは十度の温に於ても既に徐々に空氣中の酸素と化合するなり然れども更に低き溫度に至れば酸素は殆ど燐に作用するをなきなり實に極めて低き溫度に在りては萬般の化學作用は全く熄止すべし鹽酸がリトマスを赤變するが如きは反應の極めて鋭敏なるものなれども氷點下百二十度に於て青色試験紙を鹽酸に浸すも變化するをなし氷點下百十度の温に昇るに及んで始めて赤色を呈するなり

此の最低限より已上は溫度愈高ければ化學變化愈盛なるを常とす然れども温度高きに過ぐれば化學作用復歇止するなり酸化水銀は曩の實驗に徴して明なるが如く之を高溫度に熱すれば全く酸素と水銀とに分解せり隨て斯の如き高溫度に

於ては此の二物質が化合する能はざるは論を俟たず故に反應に要する温度には最低の極限あるのみならず又最高の極限あるなり  
 分解が或温度を俟ちて始めて發起するは前文酸化水銀の例及び鹽素酸カリウムより酸素を製する方法等に照して明なり獨り分解に在りては温度愈高ければ其の進行愈急劇にして最高の極限あるをなく若し充分高き温度に達すれば分解し得べき性を具ふる物質の大多數は皆分解すべしと信ずる理由歴々として存するなり

### 第三節 化學的變化に伴へる現象

七三 透明無色なる氣體酸素と赤色の光澤ある銅とが黒色なる酸化銅を生ずるが如き酸化窒素と酸素が赤褐にして水に溶け易き二酸化窒素を生ずるが如き人誰か其の性質の變化の最も奇にして且つ甚しきに驚かざらんや實に性質の變化は必ず化學的變化に伴へりといふを得べきなり而して此の一事に由りて化合物と混合物とを區別し得ると屢之あり若し二物を混和して大に其の性質を變ぜは

化合物を生じたるなり之に反して性質に顯著なる變動なく原二物の中間に位せば是れ單に混合したるのみ例へば鹽素と水素とを混合する時は其の色其の漂白力等皆兩氣體の中間に位せり之を光線に曝して化合せしむるに及んでは其の性質全く一變せり又混合物に在りては二物質が原形の儘存するを認め得べき場合多きも化合物に在りては決して之を認め得ざるなり例へば鹽化水素に於ては鹽素も鹽素としては存せず水素も水素としては存せざるなり然れども第四篇に論述するが如く物の性質は主として其の組成に由れるものなれば化學的變化に由りて生じたる物質の性質は化學的變化已前の物質の性質と相關せずといふべからず否最も親密なる關係あるなり近易なる例を擧ぐれば比較的に輕き金屬マグネシウム、酸化銅、マグネシヤは其の比重小にして重き金屬なる銅若くは水銀の酸素と化合したる酸化銅若くは酸化水銀は其の比重大なるが如き是なり  
 七四 水素と酸素との化合の如き鹽素とアムモンニヤの反應の如き皆熱を發せざるなし實に化學的變化にして熱を發出し若くは吸收せざるものは殆ど稀なり此の事實は學理上實用上最も重要なものにして關する所殊に廣ければ熱化學

と稱する一派の學科として之を研究するに至れり其の大意は第四篇に掲載すべし

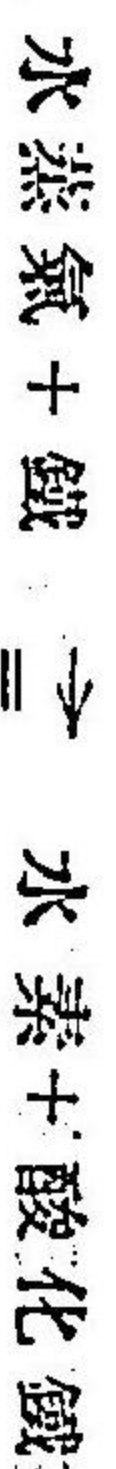
化學的變化が特に急劇なる時は發熱の強烈なるが爲めに光を發するに至るとあり所謂燃焼にして人爲の火光は多くは化學的變化を利用するものなり又緩徐なる化學的作用にも光を發するをあり燐の常溫に於て空氣中に在て徐々に酸化するものを暗所に置けば青色の微光を認むべし是れ實に燐の名ある所以なり水素と酸素の混合物に火炎を近くるに當て爆鳴したるが如く劇烈なる化學的變化には音響の之に伴ふを稀ならず彼の火藥の如きダイナマイトの如き爆發物の作用は皆急劇なる化學的變化に基くなり電氣も亦化學變化に伴ひて起ると往々之あり彼の種々なる電池の如き其の發作は化學作用に基くもの多し其の説明は第四篇電氣化學の條下に出だすべし

#### 第四節 化學的變化の倒行

七五 酸化水銀の合成及び分解に徴して明なるが如く化學的變化は一方にのみ

行はるゝものにあらずして反對の方向に倒行し得べきものあるを明なり酸化水銀の場合には溫度の高低に由りて化學作用の方向を變ぜり強熱せる酸化銅が水素の爲めに還元せられたるが如く磁管内に於て酸化鐵を熱し之に乾燥せる水素を通ずれば酸化鐵も亦還元せられて水及び鐵を生ずるなり曩に水蒸氣を熱灼したる鐵屑上に送り酸化鐵及び水素を生じたる實驗を以て之に對照すれば其の倒行たるを論を俟たず而して孰れの變化に於ても其の未だ結了せざるに當ては鐵と酸化鐵と同時に存在すべし且つ水は水素を生じ水素は水を生ずべきが故に孰れの場合に在りても管内には鐵酸化鐵水素水蒸氣の四物質共存せざるを得ず然るに前の實驗に於て鐵の全く酸化するに至りたるは水蒸氣の發送盛なるが故に水素が生ずるに隨て驅出せられ其の還元作用を逞うする能はざるに由れり後の實驗に於て酸化鐵が悉く還元せらるゝ所以は水素の送入盛なるが爲めに水蒸氣が生ずるに隨て驅出せられ其の酸化の作用を逞うする能はざるに由れり此の例に於ては化學的變化の方向は作用せる物質(水素及び水蒸氣)の比較的分量に由りて決せらるゝなり

七六 若し磁管内に水蒸氣と鐵屑とを密封して之を熱せば如何



なる變化の爲めに管内には水素を生ずべし而して此の水素は生じたる酸化鐵に作用すべきが故に水素の量漸く増加するに隨て



なる倒行變化次第に盛なるべし而して遂に直行の變化倒行の變化と相償贖するに至て已む之を名けて化學的平衡といふ斯の如くなれば磁管内の水蒸氣が水素に變ずるは一定の極限ありて如何に永久加熱するも悉く變化する能はざるなり倒行し得べき化學的變化は又之を可逆反應と稱し之を表するには左の如き式を以てす



七七 化學的變化は又種々なる他の事情に由りて其の方向を轉ずるをあり例せば炭酸カリウムの水溶液に醋酸を加ふれば炭酸は游離せられ氣體となりて逃出し水中に醋酸カリウムを生ずべし然れども醋酸カリウムのアルコホル溶液に炭

酸氣を通ずれば炭酸カリウムは白色の固體となりて沈澱し醋酸は游離せられてアルコホルに溶解すべし斯の如く水溶液とアルコホル溶液とに於て反應の相反するは前者に於ては炭酸が氣狀を爲して液を離れ後者に在りては炭酸カリウムが固體となりて液を辭したるに由るなり氣化沈澱等の現象が化學的變化に至大の關係を有するは此の二例に徴して明なり尙ほ此等の關係は後章に至り詳述する所あるべし

### 第五節 複體單體及び元素

七八 一種の化學的變化を倒行するには其の直行の際に發出したるエネルギーを外より加ふるを要するはエネルギー不滅の原理に徴して照々たり化合に際して熱量を發出するもの多きは上章に於て講明せし數多の實例に照して明なり隨て物質を分解せんと欲せば外より此の熱量に均しきエネルギーを加ふるを要す物を高温度に熱するはエネルギーを加ふるの一方方法なれば加熱が分解を促起するに與りて力あるは當然の事なり而して酸化水銀の如く化合に際して熱を發す



る量割合に少きものは稍低き温度に於ても既に分解を始むるを常とす之に反して水の如く其の合成の際に發する熱量甚だ多きものは熱に由りて之を分解するを頗る困難なり然れども前に説きたるが如く充分高き温度に達せば分解し得べき性質の物質は概ね分解すべきなりアムモニヤを電氣の火花に由りて分解するが如きも亦其の高温度を利用するに過ぎず

七九 水、鹽化水素等は電流に由りて容易に分解をせられたり實に電流は或る種類の物質を分解する最好手段たり古來化學者が分解す可らずと爲せし水酸化カリウム及び水酸化ナトリウムを千八百八年に至り英吉利の化學者デヅ#ー Davy が分解してカリウム、ナトリウムなる二種の新金屬を發見し大に化學の進歩を助けたるが如きも寔に電流を應用したるに依りて電流と化學作用の關係は最も重要なる事實なれば后章及び第四篇に説述すべし

其の他光線の如きは生物界に於ける化學的變化に與かりて最も効力あり又寔眞術も其の分解作用に基けり衝擊も屢分解を促し技術上に用ひらるゝことあり然れども光線も衝擊も化學研究上分解を起すに用ひらるゝと多からず

八〇 物質が二種以上の成分より成れるを知るは之を分解するより簡單なるはなし然れども熱灼に依り若くは電流等に依りて分解するを極めて困難なるもの少からず此等の場合に於ては置換若くは複分解の化學的方法に由りて之を推定するを得るなり

アムモニヤが窒素及び水素より成れるとは電氣分解及び熱分解に由りて確定するを得たり假令斯の如く直接に分解し得べからざるも化學的方法に依りて其の兩成分を定むるは容易なり例へば鹽素をしてアムモニヤに作用せしむれば鹽化水素及び窒素を生ず而して鹽化水素が鹽素及び水素より成れるを知らばアムモニヤが窒素及び水素より成れるは直ちに明白なるべし實際化學者が一物質の二種以上の成分より成れるや否やを檢ずるは主として此類の反應を用ふるなり隨て此等の反應は其の結果直接の分解に異ならざるを以て其の實置換たり複分解たるに論なく汎然之を分解と稱するを常とす鹽素を以てアムモニヤを分解すといふが如き是なり固より學語の錯用に屬すと雖も其の便宜の詞たるを忘れずんば之を使用するも事に害なきなり

ハ一 已上列記したる諸方法を應用して化學者が分解し得たる物質と未だ分解し得ざる物質とありて其の分解し得たるものは二種已上の物質が化合して成れるものなれば之を化合物といひ又複體と名づく未だ分解を試みざる物と雖も二種已上の物質より合成したる時は其の複體たるは論を俟たず水の如き鹽化水素の如きアムモニアの如き酸化窒素の如きは皆複體なり而して是等の物質の分解に由り生じたる水素酸素鹽素窒素の如きは吾人が上記の諸方法を悉すも未だ分解し得ざる所なり此等を稱して單體といふ自然に存し若くは人工に成れる物質の種類は萬を以て數ふべしと雖も之を分解すれば遂には少數の單體に歸し今日化學者が一般に認めて以て單體と爲せるもの其の數七十内外にして第八章第五節の表に載するが如し

ハ二 吾人は酸素と銅とを化合して黑色なる酸化銅を生じ又酸化銅より酸素及び銅を製取するを得べし然らば酸化銅は酸素及び銅なる二單體を含有せりといふを得べきか夫れ銅とは色彩光澤比重硬度等一簇の性質を具有する金屬にしては他の一簇の性質を具有する氣體なり而して酸化銅は此の二物とは全く異なる性質を有するものにして吾人は其の中に於て酸素の性質をも銅の性質をも認むる能はず如何んが酸化銅は此の二物を含有せりといふを得んや蓋し酸化銅に入りては銅も其の銅たるを失ひ酸素も亦其の酸素たるを失へりと謂はざるべからず故に酸化銅は何物より成れるやと問はば之を分解せば銅となり酸素となるべき物質より成れりと答ふべきのみ斯の如くなれば銅其の物は酸化銅中に存せずと雖も銅を形成すると同一の實質は存せりと思考せざるを得ず酸素に於ても亦同様なり而して複體の分解するに及んで銅となるべき實質を呼んで元素銅といひ酸素となるべき實質を呼んで元素酸素といふなり單體なる銅は吾人其の性質を知るを頗る詳なり元素銅に至りては其の化合物の性質に及ばず影響の一斑を推知し得るのみ酸素に在りても亦然り故に單體と元素との間には劃然たる區別のりて混同すべからず而して單體は元素が他物を雜にざる發顯といふ可なるに近からんか

通常元素某と稱すべきを煩を避けて單に某と稱す例へば元素銅といはずして單に銅といふが如し然れども其の元素を指せるや將た單體を指せるやは前後の文

意に照せば常に判然たるべし

### 第七章 分子量及び原子量

#### 第一節 ゲーリウ・シャックの定律分子量

ハ三 水素の二容は正しく酸素の一容と化合して二容の水蒸氣を生じ三容のアンモニア氣は分解して正しく一容の窒素と三容の水素とを生じたり此の類の事實は佛蘭西の化學者ゲーリウ・シャック Gay Lussac の始めて發明せし所にして之の左の如く概括するを得べし

化學變化に與かる諸氣體及び之に依りて生ずる諸氣體の體積は共に同一體積の整數倍なり

第一章より第五章の間に行ひたる數多の實驗は皆此の定律の精確なるを證せり

ハ四 ゲーリウ・シャックの定律を少しも言ひ換ふれば氣體の體積は其の化學變化に於て諸氣體の等體積は互に比較せらるべきものなり

隨て等體積なる諸氣體の質量も亦化學上に至大の關係を有し名けて分子量といふ

ふ更らに分明に此の重要な語の定義を下せば左の如し

- (一) 同溫度同壓力に於て同體積なる各氣體の質量を其の分子量と名づく
- 而して數を以て分子量を表するには左の定義に依る
- (二) 各氣體の分子量を測るには同一の狀況に於て其の體積の半を占むる水素の質量を以て單位と爲す

領解し易き爲めに(一)(二)の定義を合せて之を言へば

一容の水素の質量を以て單位として各氣體の二容の質量を表したるものを各其の分子量とす

例へば水素一立方糎の質量は零度七六〇耗の時〇〇〇〇〇九にして酸素一立方糎の質量は同一の狀況に於て〇〇〇一四三なれば右の定義に従へば其の分子量は  $\frac{2 \times 0.00143}{0.00009}$  即ち大約三二なり又鹽化水素一立方糎の質量は同一の狀況に於て〇〇〇一六三なれば其の分子量は  $\frac{2 \times 0.00163}{0.00009}$  即ち大約三六五なり而して水素の分子量が二なるは論を俟たず

ハ五 氣體の比重を表するには空氣を以て標準とするとわり又水素を以て標準

とするとあり實驗上には前の標準を便とし推論には後の標準を便とす今水素の標準を採用すれば左の結果を得

各氣體の比重を二倍したるものは其の分子量に等し

今某體積の氣體あり其の質量Mにして之と同體積なる水素の質量mならば其の氣體の比重は  $\frac{M}{m}$  にし其の分子量は

$$\frac{M}{m} = \frac{M}{m} \text{ ならざるべからず}$$

分子量の概念を一層明確ならしむる爲めに更に之を尋常の質量の單位にて表出すべし前に説きたるが如く水素の分子量二なれば其の二瓦を一瓦分子といふ又酸素の分子量は三二なれば其の一瓦分子は三二瓦なり鹽化水素の三六五瓦も亦一瓦分子なり

一瓦分子の氣體は各同一の體積を有すべきは勿論にして之を算出するには如何なる氣體を用ふるも理に於て異なる所なきも密度の最も精密に測定せられたる氣體に依れば最も精確なる數を得べきなり諸氣體中最も純粹に製出せられ最も精密に測定せられたるものは酸素にして其の密度は諸大家の注意して測定した

る所にして零度一氣壓の時  $0.0014290 = 22393$  立方糎

$$0.0014290 = 22393 \text{ 立方糎}$$

此の體積は如何なる氣體にも通用せらるべきものにして標準の狀況に於て二萬二千三百九十三立方糎の體積を有する氣體の質量は其の一瓦分子なり例へば酸化窒素の密度は  $0.001344 \times 22393$  即ち  $30.0$  なるが如し「二瓦分子の體積を算出するに水素に依らずして酸素に依りたる主要なる理由は第九章に解説すべし

### 第二節 原子量

八七 第一章より第五章の間に得たる成績に分子量の概念を加ふれば左表に示すが如き關係を得

| 物質の名 | I        |   | II |     | III |    | IV |    |    |    |  |
|------|----------|---|----|-----|-----|----|----|----|----|----|--|
|      | 水素を標準として | 比 | 密度 | 分子量 | 水素  | 塩素 | 酸素 | 窒素 | 酸素 | 合計 |  |
|      |          |   |    |     |     |    |    |    |    |    |  |

|       |       |                              |                             |      |                 |      |
|-------|-------|------------------------------|-----------------------------|------|-----------------|------|
| 水     | 1.    | $0.000899 \times 22379 = 2.$ | $= 2 \times 1$              |      |                 | 2    |
| 鹽素    | 35.5  | 0.00318 " " " 71.            | $= 2 \times 35.5$           | 71   |                 | 71.  |
| 酸素    | 16.   | 0.00142961 " " 32.           | $= 2 \times 16$             | 32   |                 | 32.  |
| 窒素    | 14.   | 0.0012575 " " 28.            |                             |      | $= 2 \times 14$ | 28.  |
| 鹽化水素  | 18.25 | 0.00163 " " 36.5             | $= \frac{1}{2} \times 35.5$ | 35.5 |                 | 36.5 |
| 水     | 9.    | 0.000805 " " 18.             | $= \frac{1}{2} \times 18$   | 18   |                 | 18.  |
| アムモニヤ | 8.5   | 0.000762 " " 17.             | $= \frac{1}{3} \times 18$   | 16   |                 | 17.  |
| 一酸化窒素 | 43.5  | 0.00388 " " 87.              | $= 3 \times 1$              | 71   |                 | 87.  |
| 二酸化窒素 | 29.   | 0.001978 " " 44.             | $= 2 \times 9.5$            | 16   |                 | 44.  |
| 一酸化窒素 | 15.   | 0.001344 " " 30.             |                             | 16   | $= 2 \times 14$ | 30.  |
| 二酸化窒素 | 28.   | 0.00205 " " 46.              |                             | 32   |                 | 46.  |

右の表の第四欄に示すが如く水素鹽化水素水アムモニヤの各一分子量中に存する水素の量は二・二・三なり皆一若くは其の倍数にして一より少なくなるとなし今日

まで化學者が調査したる數多なる水素化合物の各一分子量が含有する水素の量は皆一若くは其の倍数なり之を換言すれば一は諸物質の各一分子量中に存する水素の量を整除する最大公約數なり  
 鹽化水素、鹽素、一酸化窒素の各一分子量中に存する鹽素の量は三五五・七一・七一にして皆三五五を以て整除するを得べし其の他種なる鹽素化合物の一分子量中に含有する鹽素の量は皆三五五の倍数にして此の通則に反するものは未だ發見せられざるなり

酸素、水、一酸化鹽素、一酸化窒素、酸化窒素、二酸化窒素の各一分子量中に存する酸素の量は三・二・一・六・一・六・三・二にして皆一・六の倍数なり其の他無數なる酸化物中各一分子量が含有する酸素の量が一・六にて整除すべからざるものは未だ之みらざるなり

窒素、アムモニヤ及三種の酸化窒素の各一分子量が含有する窒素の量は二・八・一・四・二・八・二・四にして悉く二・四の倍数なり斯の如く諸物質の一分子量中に存する窒素の量は皆一・四にて除し盡さるゝなり

斯の如く諸物質の各一分子量中に含有せらるゝ諸元素の量は各一定の定律に従ふものなり之を宣言すれば左の如くなるべし

諸元素が諸物質の各一分子量中に存する量は各一定量の倍数なり  
此の一定量を名けて原子量といふ一三五五・一六一四は夫々に水素、鹽素、酸素、窒素の原子量なり

此の最も重要な定律は未だ適當なる名を有せず尙に命じて原子量の定律といふ此の定律の意義に従て原子量の定義を與ふれば

一元素の原子量とは其の元素を含有する凡ての物質の各一分子量中に存する其の元素の量を悉く整除すべき最大の量なり

ハハ 斯の如くなれば一元素の原子量を定むるの法は其の元素の氣化すべき化合物の可及的多數を調査して各一分子量中に存する其の元素の量を測定し悉く之を整除する最大量を算出するに在り前の例に於て酸素の原子量を一六窒素の原子量を一四としたるが如き方法はなり唯調査したる化合物の少數なりしのみ然れども人力に限あると學術の進歩の度合の許さざるとに由り實際に研究し得

るは一元素が他の諸元素と結合して成立すべき物質の小部分に過ぎざれば上記の方法に由りて推定したる原子量は或は過大に失するなきを保せず何となれば萬一一瓦分子中に八瓦の酸素を含有する新物質發見せらるゝとあらんか酸素の原子量一六は最早前項の定義に適合せざるものとなりたれば之を半減して八とせざるを得ざるべく且つ斯の如き新發見は其の無きを必ずる能はざればなり然れども上記の方法に由りて得たる原子量が決して過小なるをなきは其最大公約數たるを以て明なり小なるべくして大なる能はざるが故に斯の如くにして得たる原子量を最大原子量といふ

最大原子量は之を推定するに用ひたる化合物の數愈多ければ其の眞成の原子量たるの確らしさ(Probability)愈多きなり水素一、鹽素三五五、酸素一六、窒素一四の如きは上文に掲げたる少數なる物質の分子量のみに由りて算出したるにはあらずして憑據する所の物質極めて多ければ其の眞成の原子量なるとは殆ど疑を留めざるなり

第三節 符號分子式化學方程式

世界に存する物質の種類は萬千なるも之を組成する元素の数は僅に七十内外に止まり且つ元素の多數は稀有の物なれば日常吾人が目睹する物質は勿論通常化學者の取扱ふ物質も殆ど皆二三十許の元素より成れるなり故に各元素に符號を付すれば僅に二三十の符號を綴屬して萬千の物質の組成を表し得るなり

例へばHを以て水素の符號としOを以て鹽素の符號とせば此の兩符號を綴り合して鹽化水素の組成を示すを得べし加之此等の符號をして各元素の原子量を表せしめば同時に其の質量組成をも表出し得るなり即ちHを以て水素の一原子量一を表しClを以て鹽素の一原子量三五五を表すれば(H+Cl)は單に鹽化水素が水素と鹽素とより成れるを示すのみならず同時に其二六五量は水素一量鹽素三五五量より成れるを示すべしCl等を化學符號と名づく

各元素の符號は其の拉典名の首字を用ふるを例とす

水素 = Hydrogenium = H  
 鹽素 = Chlorium = Cl  
 酸素 = Oxygenium = O  
 窒素 = Nitrogenium = N

等の如し又此等の符號は各其の一原子量を表するが故に

H=1, Cl=35.5, O=16, N=14.

九〇 諸物質の一分子量中に存する諸元素の量は各其の原子量の倍数なるが故に諸元素の符號を以て其の一分子量を表出すると容易なり例へば水の一分子量一八は水素二即ち二原子量と酸素一六即一原子量とより成れるを以て(2H+O)にて之を表出し得るなり然れども此の如き記方は尙ほ不便なれば(+)を省きHとOとを接続し係数をばHの右側下に附記するを慣例とす即ち水の一分子量はH<sub>2</sub>Oにて表出せらるゝなり之を水の分子式といふ

更に一例を示せば二酸化窒素の一分子量は四六にして窒素一四即ち一原子量酸素三二即ち二原子量より成れるが故に其分子式はNO<sub>2</sub>なるが如し

第八十七項の表に掲げたる諸物質の分子式は左の如くにして表中の事實は悉く此等の分子式中に籠れり

|        |       |                   |
|--------|-------|-------------------|
| 水素     | ..... | H <sub>2</sub>    |
| 鹽素     | ..... | Cl <sub>2</sub>   |
| 酸素     | ..... | O <sub>2</sub>    |
| 窒素     | ..... | N <sub>2</sub>    |
| 鹽化水素   | ..... | HCl               |
| 水      | ..... | H <sub>2</sub> O  |
| アムモニヤ  | ..... | NH <sub>3</sub>   |
| 一二酸化鹽素 | ..... | Cl <sub>2</sub> O |
| 一二酸化窒素 | ..... | N <sub>2</sub> O  |
| 酸化窒素   | ..... | NO                |
| 二酸化窒素  | ..... | NO <sub>2</sub>   |

而して單體なる水素、鹽素、酸素、窒素の各一分子量は其の元素の二原子量より成れるを看るべし

尤一 化學變化は分子式を用ひて表出するを得るなり例へば一容の水素と一容の鹽素が化合して二容の鹽化水素を造りたる事實を表すれば左の如し



斯の如く化學變化を示せる式を化學方程式といふ

予輩が實驗したる種々なる化學變化を方程式に翻譯すれば



水の合成



鹽素にて酸素の置換



アムモニヤの分解



鹽素にて窒素の置換



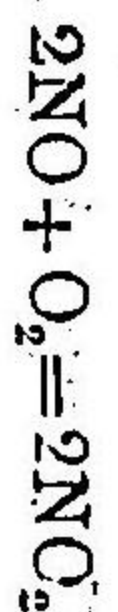
一二酸化鹽素の分解



水素にて窒素の置換



同上



酸化窒素と酸素の化合

此等の例に徴して明なる如く化合分解置換を化學方程式にて表すれば概ね複分解の形となるなり而して化學方程式を用ふれば化學變化に與かる諸物質の關係瞭然として掌を指すが如し

#### 第四節 定比例の定律、倍數比例の定律、當量の定律

九三 鹽化水素等に就きて行ひたる實驗に徴して明なるが如く各種の純粹なる化合物は一定の元素より成れるのみならず各元素の割合も亦一定不變なるなり



此の事實を概括して定比例の定律といひ左の如く宣言するを得べし  
純粹なる化合物の組成は一定せり

又一種の複體を集成せる諸元素の量は常に一定の比を相爲せるものなり隨て  
其の複體に對する比も亦一定せり

此の定律は最も精確にして決して近似的のものにあらず古來化學者が行ひ來れ  
る總ての定量實驗は皆此の定律の精確なるを證するものなり原子量の測定を以  
て大名を博し其の實驗の精微謹密なるを匹儔稀なりと稱せらるゝ白耳義の化學  
者スタス Stas の實驗に徴するに百瓦の銀より鹽化銀を製するに種々なる方法  
を以てするも生じたる鹽化銀の量は全く一定せるなり

- (一) 銀を鹽素氣中に熱し直ちに化合せしむれば 一三二・八四二
- (二) 銀を硝酸に溶解し氣狀の鹽化水素を通じて沈澱すれば 一三二・八四七
- (三) 銀を硝酸に溶解し鹽化水素の水溶液を加へて沈澱せしむれば 一三二・八四八
- (四) 銀を硝酸に溶解し鹽化アムモニウムの水溶液を加へて沈澱せしむれば 一三二・八四二

此の四數の間に微小(凡そ二萬分一)の相違ありと雖も是れ實驗上避くべからざる  
誤差に屬し若し吾人の測定にして完全ならんか其の結果は正しく定比例の定律  
に適合すべきを疑を容れざるなり

複體の組成既に一定せる已上は二物質が置換若くは複分解を爲すに當て兩者の  
分量が一定の比を爲すべきは論を俟たざるなり例へば銀を硝酸にて溶解し其の  
液を鹽化カリウムの溶液に加へて其の鹽素を鹽化銀として沈澱せしむるに用ひ  
たる鹽化カリウムの量と之を全く沈澱するに要したる銀の量とはスタスの精密  
なる實驗に於て左の如き割合を爲せり

| 鹽化カリウムの量 | 銀の量     | 二量の比   |
|----------|---------|--------|
| 七四五〇     | 一〇七八〇七  | 一四四七〇七 |
| 七四五〇     | 一〇七八二〇  | 一四四七二二 |
| 七四五〇     | 一〇七八〇九四 | 一四四七一〇 |
| 二二三五〇〇   | 三三三四二八  | 一四四七二二 |
| 八八八〇八五   | 一二八六一七  | 一四四七〇八 |

銀に對する鹽化カリウムの比が全く一定せるを看るべし  
 定比例の定律に依り吾人は純粹なる化合物と混合物とを判別するの好標準を得  
 るなり何となれば純粹なる化合物は其の產地其の製法の如何に關せず常に一定  
 の組成を有すれども混合物に在ては固より斯の如き劃然たる定律に従ふをなけ  
 れば標品毎に其の組成を異にするを以てなり空氣の如きは間斷なく流動せるに  
 關らず第三章に示したるが如く成分の割合に變動あるを以て其の混合物なるを  
 明白なり

九三 一二酸化窒素、酸化窒素、三酸化窒素の三物質に於て窒素の同一質量に對する  
 酸素の質量を擧ぐれば左の如くにして

| 窒素     | 酸素                 | 窒素                     | 酸素                        |
|--------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| 一二酸化窒素 | $28 = 2 \times 14$ | 16                     | 1.000                     |
| 酸化窒素   | 28                 | $32 = 2 \times 16$ 若くは | 1.000                     |
| 三酸化窒素  | 28                 | $64 = 4 \times 16$     | 1.000                     |
|        |                    |                        | $2.286 = 4 \times 0.5714$ |

一二四なる 單なる割合を爲せり

此類の事實甚だ多し更に二三例を擧示せん

赤色、黑色兩種の酸化銅に於ては同一量の銅に對する酸素の量は左の割合を爲せ  
 り

| 銅     | 酸素                     |
|-------|------------------------|
| 赤色酸化銅 | 1.000                  |
| 黑色酸化銅 | 1.000                  |
|       | $2.52 = 2 \times 1.26$ |

マリニヤック Marignac の極めて精密なる實驗に依れば鹽素酸カリウムと過鹽素酸  
 カリウムとを熱灼すれば共に鹽化カリウムを殘留し酸素を放出せるが其割合は  
 左の如し

| 鹽化カリウム   | 酸素                           |
|----------|------------------------------|
| 鹽素酸カリウム  | 1.00000                      |
|          | $0.64367 = 3 \times 0.21456$ |
| 過鹽素酸カリウム | 1.00000                      |
|          | $0.85829 = 4 \times 0.21457$ |

又鹽素酸銀は銀酸素、鹽素より成り硫酸銀は銀酸素、硫黃より成れり今ヌタスの實  
 驗より此の二物に於て同一量の銀に對する酸素の量を算出すれば

鹽素酸銀 1.00000      0.44469 = 3 × 0.14823  
 純酸銀 1.00000      0.29649 = 2 × 0.14825

此等の事實を概括して倍數比例の定律といふ之を宣言すれば

甲乙二元素を含有する種々なる化合物に於て甲元素の同一量に對する乙元素の量は公約數を有するものなり換言すれば其の相互間の比は分子分母共に整数なる分數にて表出し得べきなり

此の定律は英吉利の化學者ダルトン Dalton が發明したる所にしてマリニヤック、スタスの實驗は其の精確なるを證するものなり

九四 亞鉛三二七瓦を鹽化水素の水溶液に投じ悉く溶解するに至れば一瓦の水素を發出すマグネシウムを以て亞鉛に代へ同量の水素を得んと欲せば一二二瓦を用ふるを要し鐵を用ふれば二八瓦を要す亞鉛三二七、マグネシウム一二二、鐵二八は各水素一と交換したるものなれば之を夫々に亞鉛、マグネシウム、鐵の當量といふ

又水、鹽化水素、一二酸化鹽素の質量組成を比較するに

水 鹽化水素 一二酸化鹽素  
 水素 一 水素 一 酸素 八  
 酸素 八 鹽素 三五五 鹽素 三五五

一二酸化鹽素に於ける鹽素三五五を水素一にて置き換ふれば水を得故に鹽素の當量は三五五なり又同様の理にて酸素の當量は八なり而して酸素八、鹽素三五五は各水素一と化合す故に水素一と化合する諸元素の量も亦各其の當量なり更に左表に示すが如く種々なる化合物を比較するに

|       |      |      |       |       |        |
|-------|------|------|-------|-------|--------|
| 酸素    | 水    | 酸化亞鉛 | 酸化第一鐵 | 酸化第二銅 | 酸化第二水銀 |
| 九・八・一 | 三二・七 | 四〇・七 | 二八・八  | 三九・八  | 一〇〇・八  |
| 鹽素    | 鹽化水素 | 鹽化亞鉛 | 鹽化第一鐵 | 鹽化第二銅 | 猛汞     |
| 三五・五  | 三二・七 | 三五・五 | 三五・五  | 三三・八  | 一〇〇・五  |
| 一・一   | 一・一  | 六八・二 | 六三・五  | 六七・三  | 一三五・五  |
| 硫黃    | 硫化水素 | 硫化亞鉛 | 硫化第一鐵 | 硫化第二銅 | 朱      |
| 一六・一  | 一七・一 | 一六・一 | 一六・一  | 一六・一  | 一六・一   |
|       |      | 四八・七 | 四四・四  | 四七・八  | 一一・六   |

酸素、鹽素、硫黃の量は縦行に於て均く水素、亞鉛、鐵等の量は横列に於て均きを看る之を換言すれば一元素との化合に於て水素一と働きを均うする諸元素の量は他の元素との化合に於ても亦水素一と働きを均うするなり此の關係は勿論化合のみに限るべきにあらざる今當量の定義を與へ此の定律を宣言すれば

水素一量と化合し或は之と交代する諸元素の量を各其の當量といふ諸元素が互に化合し或は相交代する量は其の當量に比例す

此の定律を名けて當量の定律といひ又相互比例の定律といふをあり然れども倍数比例の定律の結果として諸元素の當量は全く一定なる能はず例へば銅は二種の酸化物を造れり之を水と比較するに

|      |         |         |
|------|---------|---------|
| 水    | 酸化第一銅赤色 | 酸化第二銅黑色 |
| 水素 一 | 銅 六三・六  | 銅 三一・八  |
| 酸素 八 | 酸素 八    | 酸素 八    |

水素一量と交代する銅の量は酸化第一銅に於ては六三・六酸化第二銅に於ては三一・八なれば銅は二の當量を有せり斯の如くなれば當量の定律は少く之を改訂す

るを要す

諸元素が互に化合し或は交代するには各其の當量若くは其の簡單なる倍数或は分數の割合を以てす

九五 此の三定律中定比例の定律は最も重要なものにして精確なる定量化學 (Stoichiometry) の成立は實に之に基けり然れども此の定律は既に同一種の物質なる觀念中に含蓄せられ殆ど議論證明を俟たずして自から明なるの眞理なり誰か其の心裏に此の定律を認承せずして定量的の實驗に従事するものあらんや故に複體の質量組成に關する諸般の定律は此の定律に基くか否ざれば之を抱括するを勿論なり

倍数比例の定律も亦實に原子量の定律中に抱括せらるゝものなり何となれば A B なる二元素を含有する物質の各一分子量は  $A_n B_m$  ... 及  $A_p B_q$  ... なる式にて表出せらるべきを以て A 元素の一原子量に對する B 元素の量は  $\frac{n}{m} B$  及び  $\frac{p}{q} B$  にして其比は  $\frac{n}{m} B : \frac{p}{q} B$  なるが故に此の分數は分子分母共に整数なるを明なり且つ  $m$   $n$   $q$   $p$  が六已下の數なると多ければ此の比は頗る簡單なる場合多し

當量の定律も亦原子量の定律中に抱括せらるゝものなり今任意なる甲乙二元素の符號をA Bとし $m' m n n' p p'$ を整数とすれば $m A n B$ と $m' A n' B$ とを化合し或は交代すべし故に兩元素の當量は $\frac{m}{n} A$ 及び $\frac{m'}{n'} B$ なり而して二元素が化合し或は交代するは $p A q B$ との割合を以てするを勿論なり $p A$ は甲元素の當量の $\frac{p}{m}$ 倍にして $q B$ は乙元素の當量の $\frac{q}{n'}$ 倍なり $m m' n n' p p'$ が一二三四等の少き整数ならんには $\frac{m}{n} : \frac{m'}{n'}$ なる比は小なる整数若くは小なる整数を以て分母子とせる分數なり是れ當量の定律にあらざして何ぞや而して實際に於ては $\frac{m}{n} : \frac{m'}{n'}$ の比が一なるを多し其の理由は次章に至り解説すべし

星學に於てニュートンの引力の大定律がケプレルの三定律を抱括して之を解明せるが如く原子量の定律は定量化學の三定律を抱括して之を解明す而して分子量の觀念は氣體にのみ適用せらるべきものなれば上文の解説は彼の三定律の如く普く固液體の物質に及ばざるに似たり然れども固液體は氣化するもの多きに居るのみならず後に説示するが如く分子量の觀念は溶液に推及せられ其適用大に廣さを加へたれば上文の解明は殆ど局限する所なしと云ふも可なり

欠

MISSING

の差 ( $W_1 - W_0$ ) は氣體の質量にして球の容積を  $V$  とすれば此の氣體の分子量は左の如し

$$\frac{(W_1 - W_0)}{V} \times 22393 \times \frac{760}{P} \times \frac{273+t}{273} = M$$

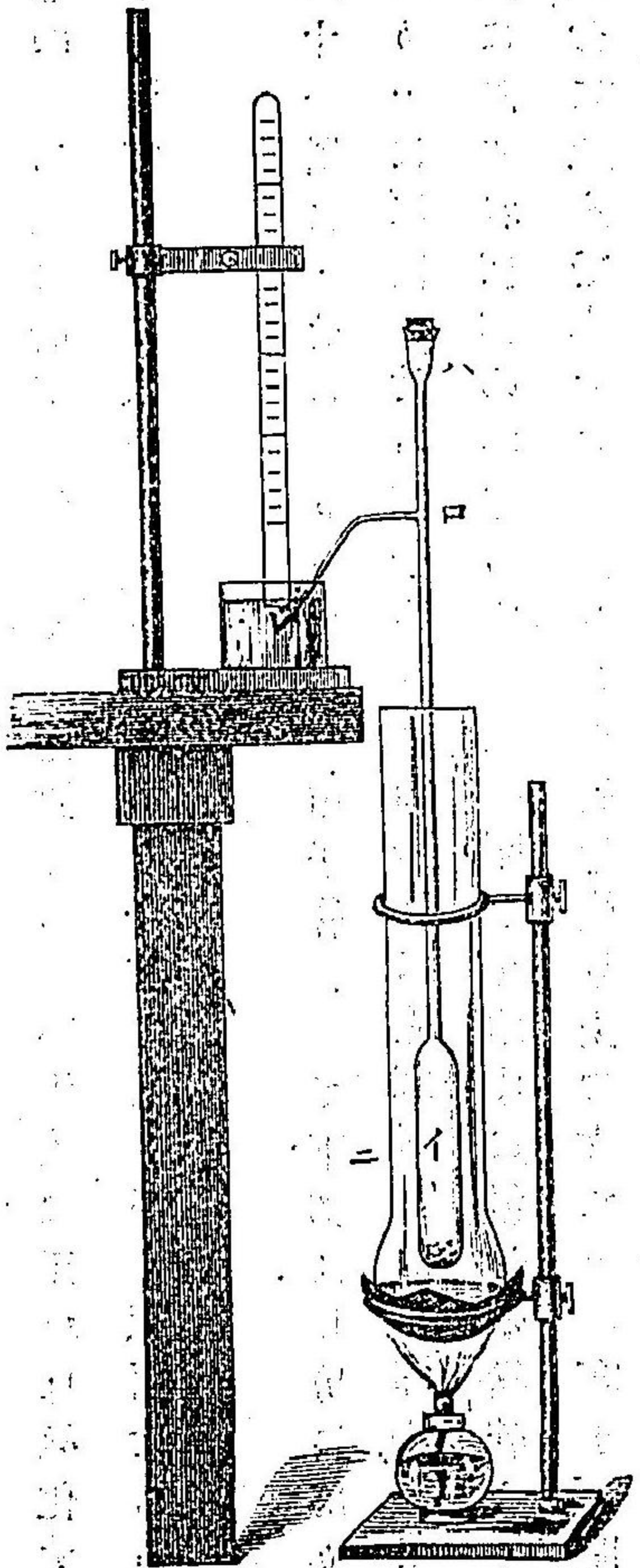
此の實驗に於ては外氣の壓力の爲めに真空なる球の容積が氣體を滿したる球の容積より微しく縮小せるが爲めに起る誤差をも訂正せざるべからず其の他溫度壓力の測定より秤量に至るまで最も精密なる注意を要す第八十六項に掲げたる酸素の密度の如きは實に此の方法に由りて測定せられたるものなり

一〇四 常溫に於て液體若くは固體なるも高溫度に至れば氣化すべき物質の分子量を測定するには種々なる方法あり今其の最も博く應用せらるゝ一方を掲げん

第五十一圖に示せるイロハは長さ硝子管にして下部は長房に終り口には細き横管ありハには緊合せる塞子ありニ筒の底に適宜なる液を沸騰してイ房を一定の溫度に熱すれば其の中なる空氣は膨脹して水中に浸せる横管より逃出す其の逃

出已むに及んで水を滿したる測度管を横管上に立てハの塞子を開き試験せんと

第五十一圖



二一六

する物質を  
投入し又直  
に塞子を閉  
じたる物質  
は豫め小管  
に於て秤量

す物質房底に達すれば直ちに氣化し其の蒸氣の體積に均しき空氣を驅出して割  
度管に集らしむ  
斯く排出せられたる空氣の體積をVとし其の溫度割度管の溫度をtとし割度管  
内水柱の高さをhとし水銀の密度を一三五とし氣壓計の高さをBとし用ひたる  
物質の量をWとすれば其分子量は左の如し

$$\frac{W}{V} \times 22393 \times \frac{273+t}{273} \times \frac{760}{B-h} = M$$

八十一



欠

MISSING

に從てメートルを子午線の四千萬分一に改めなば不便と混雜と甚しかるべきを以てメートルは巴黎の寶庫に藏せる標準器の長さなりとの實際的なる新定義を用ふるに至れり原子量に在ても之と同く酸素の原子量一六は元來ダルトンの定義に從ひ水素の原子量を單位として定めたるものなれども他の原子量は殆ど皆酸素一六を標準として定めたるものなれば酸水二素の原子量の比精密なる測定に由りて一六ならざるを發見せられたるも依然酸素の原子量を一六となし却て水素の原子量を改むるを便とす即ち本講義に於て用ふる所の原子量の單位は酸素の原子量の十六分一にして此の新單位に依れば水素の原子量は大約一〇〇七六なれども小數第四位は頗る不精確なるを免れず酸素の原子量と他の元素の原子量との比は十萬分の二三まで精密に測定せられたるもの二三あり又一萬分の一二まで測定せられたるもの二十に近し若し水素を以て標準とせば此等の精密なる成績は沒了せらるゝの虞あるべし斯の如きは豈に理學の本旨ならんや一瓦分子の氣體の體積を定むるに當て水素に依らずして酸素に依りたるは一は水素の密度が充分精密に測定せられざるに由ると雖も主として酸素を以て原子量の

標準となすに由れり

一八一 已上説き來れる諸方法の適用を示す爲めに酸素を標準として他の元素の原子量を推定する簡單なる實例を示すべし左に掲ぐる數量は皆スタスの實驗に依れり

銀を鹽素氣中に熱すれば化合して鹽化銀を生ず三回の實驗に於て銀二六二・八四八瓦より鹽化銀三四九・一七五瓦を得たり故に鹽化銀百分は銀七五・二七六九分と鹽素二四七・二三分を含めり次に鹽素酸銀を熱灼すれば純粹なる酸素を發出し鹽化銀を殘留す兩回の實驗に於て鹽素酸銀三九八・三一七七瓦より鹽化銀二九八・四二三〇瓦を得たり即ち放出せる酸素の量は九九・八九四七瓦なり之を酸素一六に對して改算すれば左の如し

|    |        |
|----|--------|
| 酸素 | 一六・〇〇〇 |
| 鹽素 | 一一・八一八 |
| 銀  | 三五・九八〇 |

銀及び鹽素の原子量は此等の數と簡單なる比を爲さざるべからず即ちAgを銀の

六十八

六十九

原子量とすれば  $Ag = 135.9808$  にして  $n$  は簡單なる整數若くは分數なるべし而るに銀の比熱は  $0.0570$  なれば之を三五・九八〇八に乘すれば二〇・五一を得之を以て原子熱の平均數六・四を除すれば其の商は三一・餘なるを以て  $n$  が三なるを疑なし故に銀の原子量は  $Ag = 3 \times 35.9809 = 107.9424$  なり

鹽素を含有する數多なる物質の分子量を比較して得たる鹽素の原子量は殆ど三五五なり一・八一八を以て之を除すれば其の商三に近し故に  $n$  は三にして鹽素の精密なる原子量は  $Cl = 3 \times 11.8198 = 35.4594$  なり

又鹽素酸カリウムを熱灼すれば同く酸素を放出し鹽化カリウムを殘留す五回の實驗に於て鹽素酸カリウム四九八・六三五五瓦より鹽化カリウム三〇・三八七〇瓦を得一九五・二四八五瓦の酸素を放出せり

次に鹽素酸カリウムに鹽化水素溶液を加へて熱すれば又悉く鹽化カリウムに變ず此の實驗三回に於て鹽素酸カリウム三〇・二八四二五瓦より一八四・二七三五瓦の鹽化カリウムを得一一・八五六九〇瓦の酸素を出したり

此の兩實驗の成績を平均すれば左の如し

酸素 一六〇〇〇〇  
 鹽化カリウム 二四・八六三四

次に銀を硝酸に溶解し鹽化カリウムの溶液を加へて鹽化銀を沈澱せしむるに鹽化カリウム一四五七〇七八瓦を用ひて銀二一〇・八五五一瓦を沈澱し得たり故に此の量の鹽化カリウム中には六九二五〇九  $(\frac{210.8551 \times 94.731}{75.2769})$  瓦の鹽素を含有すべきなり隨て鹽化カリウムは百分中四七五二七二分の鹽素と五二四七二八分のカリウムとを含めり而して鹽素酸カリウムの組成は左の如くなるべし

酸素 一六〇〇〇〇  
 鹽素 一一・八一六九  
 カリウム 一一三〇四六〇

カリウムの原子量は一三〇四六五の倍数ならざるべからず然るに其の比熱は〇・一六五五なれば  $n$  は三  $(\frac{6.4}{13.05 \times 0.1655} = 2.98)$  なるを以て精密なるカリウムの原子量は

$$K = 3 \times 13.0465 = 39.1395 \text{ なり}$$

而して此の實驗に於て得たる鹽素の原子量は一一・八一六九の三倍にして三五・四五〇七なり之を前の成績三五・四五九四に比すれば稍著き差あるも四千分一に過ぎず

此の類の精密なる數多の測定を湊合し銀、鹽素、カリウムの最も確らしき原子量を求むれば左の如き成績を得るなり

$$Ag = 107.9376 \pm 0.0037 \quad Cl = 35.4529 \pm 0.0037 \quad K = 39.1361 \pm 0.0032$$

左の表には諸元素の符號、原子量、單體の比熱及び原子熱を掲ぐ但し原子量の末位なる數字は精確ならずと知るべし

| 元素の名  | 拉典名         | 符號 | 原子量  | 單體の比熱  | 原子熱  |
|-------|-------------|----|------|--------|------|
| 水素    | Hydrogenium | H  | 一〇〇八 |        |      |
| リチウム  | Lithium     | Li | 七〇三〇 | 〇・九四〇八 | 六・六〇 |
| ベリリウム | Beryllium   | Be | 九二〇〇 | 〇・五八一九 | 五・二九 |
| 硼素    | Borium      | B  | 一一〇〇 | 〇・三九一  | 四・二六 |

|                            |                  |        |        |                  |                  |        |                  |             |                  |                       |                            |                       |
|----------------------------|------------------|--------|--------|------------------|------------------|--------|------------------|-------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ゼ<br>ル<br>マ<br>ニ<br>ウ<br>ム | ガ<br>リ<br>ウ<br>ム | 亜<br>鉛 | 銅      | コ<br>バ<br>ル<br>ト | ニ<br>ツ<br>ケ<br>ル | 鐵      | マ<br>ン<br>ガ<br>ン | ク<br>ロ<br>ム | ヴ<br>ナ<br>ヂ<br>ン | チ<br>タ<br>ニ<br>ウ<br>ム | ス<br>カ<br>ン<br>ヂ<br>ウ<br>ム | カ<br>ル<br>シ<br>ウ<br>ム |
| Germanium                  | Gallium          | Zincum | Cuprum | Cobaltum         | Nicolum          | Ferrum | Manganium        | Chromium    | Vanadium         | Titanium              | Scandium                   | Calcium               |
| Ge                         | Ga               | Zn     | Cu     | Co               | Ni               | Fe     | Mn               | Cr          | V                | Ti                    | Sc                         | Ca                    |
| 七二・三二                      | 六九・九             | 六五・三八  | 六三・六   | 五九・一             | 五八・六九            | 五六・〇   | 五五・〇九            | 五二・一五       | 五一・二一            | 四八・一三                 | 四四・〇九                      | 四〇・〇                  |
|                            | 〇・〇七九            | 〇・〇九五六 | 〇・〇九五二 | 〇・一〇六七           | 〇・一〇九二           | 〇・一一三八 | 〇・一二一七           | 〇・一二一六      | 〇・一二一六           | 〇・一二一三                | 〇・一二一三                     | 〇・一六八六                |
|                            | 五・五二             | 六・二五   | 六・〇二   | 六・三〇             | 六・四〇             | 六・三七   | 六・六九             | 六・三六        | 六・三六             | 六・三六                  | 六・三六                       | 六・七四                  |

|                  |         |          |            |          |                            |                            |                   |         |           |             |           |
|------------------|---------|----------|------------|----------|----------------------------|----------------------------|-------------------|---------|-----------|-------------|-----------|
| カ<br>リ<br>ウ<br>ム | 鹽<br>素  | 硫<br>黃   | 磷          | 硅<br>素   | ア<br>ル<br>ミ<br>ニ<br>ウ<br>ム | マ<br>グ<br>ネ<br>シ<br>ウ<br>ム | ナ<br>トリ<br>ウ<br>ム | 弗<br>素  | 酸<br>素    | 窒<br>素      | 炭<br>素    |
| Kalium           | Chlorum | Sulfurum | Phosphorus | Silicium | Aluminium                  | Magnesium                  | Natrium           | Fluorum | Oxygenium | Nitrogenium | Carbonium |
| K                | Cl      | S        | P          | Si       | Al                         | Mg                         | Na                | F       | O         | N           | C         |
| 三九・一三六           | 三五・四五三  | 三二・〇六三   | 三一・〇三      | 二八・四〇    | 二七・〇八                      | 二四・三八                      | 二三・〇五八            | 一九・〇    | 一六・〇〇〇    | 一四・〇三       | 一二・〇〇三    |
| 〇・一六五五           |         | 〇・一七七六   | 〇・二〇二      |          | 〇・二一四三                     | 〇・二四九九                     | 〇・二九三四            |         |           |             | 〇・四六七     |
| 六・四七             |         | 五・七〇     | 六・二六       |          | 五・八〇                       | 六・〇九                       | 六・七六              |         |           |             | 五・五〇      |

|          |         |        |         |         |           |         |        |        |           |        |           |              |   |
|----------|---------|--------|---------|---------|-----------|---------|--------|--------|-----------|--------|-----------|--------------|---|
| 銀        | カ       | イ      | 錫       | ア       | ラ         | セ       | 沃      | バ      | セ         | ラ      | セ         | チ            | ブ |
| ド        | ン       | ン      | ン       | ン       | ン         | ン       | 素      | ム      | ム         | ン      | ル         | ム            | ム |
| ミ        | ヂ       | ヂ      | モ       | モ       | ウ         | ウ       | 素      | ム      | ム         | ン      | ル         | ム            | ム |
| ウ        | ウ       | ウ      | ン       | ン       | ム         | ム       | 素      | ム      | ム         | ン      | ル         | ム            | ム |
| ム        | ム       | ム      | ン       | ン       | ム         | ム       | 素      | ム      | ム         | ン      | ル         | ム            | ム |
| Argentum | Cadmium | Inium  | Stannum | Stibium | Tellurium | Iodinum | Cesium | Baryum | Lanthanum | Cerium | Neodymium | Praseodymium |   |
| Ag       | Ca      | In     | Sn      | Sb      | Te        | I       | Cs     | Ba     | La        | Ce     | Nd        | Pr           |   |
| 一〇七・九三八  | 一一二・〇八  | 一一三・七  | 一一八・一〇  | 一二〇・二九  | 一二五・      | 一二六・八六四 | 一二二・八八 | 一三七・〇四 | 一三八・五     | 一四〇・二  | 一四〇・八     | 一四三・六        |   |
| 〇〇・五七〇   | 〇〇・五六七  | 〇〇・五六五 | 〇〇・五六二  | 〇〇・五〇八  | 〇〇・四七四    | 〇〇・五四一  |        |        | 〇〇・四四八    | 〇〇・四四八 | 〇〇・四四八    |              |   |
| 六・一五     | 六・三六    | 六・四二   | 六・六四    | 六・一一    | 五・九四      | 六・八〇    |        |        | 六・二〇      | 六・三三   |           |              |   |

|           |          |        |          |           |         |           |         |            |         |           |           |  |
|-----------|----------|--------|----------|-----------|---------|-----------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--|
| 砒         | セ        | 臭      | ル        | スト        | イ       | ジ         | ニ       | モ          | ロ       | ル         | バ         |  |
| 素         | ン        | 素      | ム        | ム         | ム       | ン         | ム       | ン          | ム       | ム         | ム         |  |
| レ         | ン        | 素      | ム        | ム         | ム       | ン         | ム       | ン          | ム       | ム         | ム         |  |
| 素         | ン        | 素      | ム        | ム         | ム       | ン         | ム       | ン          | ム       | ム         | ム         |  |
| 素         | ン        | 素      | ム        | ム         | ム       | ン         | ム       | ン          | ム       | ム         | ム         |  |
| Arsenicum | Selenium | Bromum | Rubidium | Strontium | Yttrium | Zirconium | Niobium | Molybdenum | Rhodium | Ruthenium | Palladium |  |
| As        | Se       | Br     | Rb       | Sr        | Y       | Zr        | Nb      | Mo         | Rh      | Ru        | Pa        |  |
| 七五〇〇      | 七九〇七     | 七九九六三  | 八五四四     | 八七五二      | 八九〇     | 九〇・六七     | 九四・二    | 九六・一       | 一〇三・一   | 一〇三・八     | 一〇六・七     |  |
| 〇〇・八一四    | 〇〇・七四六   | 〇〇・八四三 |          |           |         | 〇〇・六六〇    |         | 〇〇・七二二     | 〇〇・五八〇  | 〇〇・六一一    | 〇〇・五九三    |  |
| 六・一一      | 五・九〇     | 六・七四   |          |           |         | 五・九二      |         | 六・九二       | 五・九八    | 六・三四      | 六・二八      |  |

| 元素の名    | 拉典名         | 符號 | 原子量    | 單體の比熱  | 原子熱 |
|---------|-------------|----|--------|--------|-----|
| サマリウム   | Samarium    | Sm | 一五〇・八  |        |     |
| エルビウム   | Erbium      | Er | 一六六・六  |        |     |
| ディプテリウム | Diptyum     | Dp | 一七一・一  |        |     |
| イッテルビウム | Ytterbium   | Yb | 一七三・二  |        |     |
| タンタル    | Tantalum    | Ta | 一八二・八  |        |     |
| タングステン  | Tungsten    | W  | 一八四・〇  | 〇・〇三三四 | 六一五 |
| オスミウム   | Osmium      | Os | 一九一・六  | 〇・〇三一  | 五九六 |
| イリジウム   | Iridium     | Ir | 一九三・一八 | 〇・〇三二六 | 六三〇 |
| 白金      | Platinum    | Pt | 一九四・八三 | 〇・〇三三四 | 六一一 |
| 金       | Aurum       | Au | 一九七・三五 | 〇・〇三三四 | 六三七 |
| 水銀      | Hydrargyrum | Hg | 二〇〇・四八 | 〇・〇三三九 | 六三八 |
| タリウム    | Thallium    | Tl | 二〇四・三五 | 〇・〇三三六 | 六八六 |

| 鉛       | 蒼鉛        | ト       | ウ       |
|---------|-----------|---------|---------|
| Plumbum | Bismuthum | Thorium | Uranium |
| Pb      | Bi        | Th      | U       |
| 二〇六・九一  | 二〇八・〇一    | 二三二・四   | 二三九・四   |
| 〇・〇三一四  | 〇・〇三〇八    | 〇・〇二七六  | 〇・〇二七七  |
| 六四九     | 六四〇       | 六四一     | 六六五     |

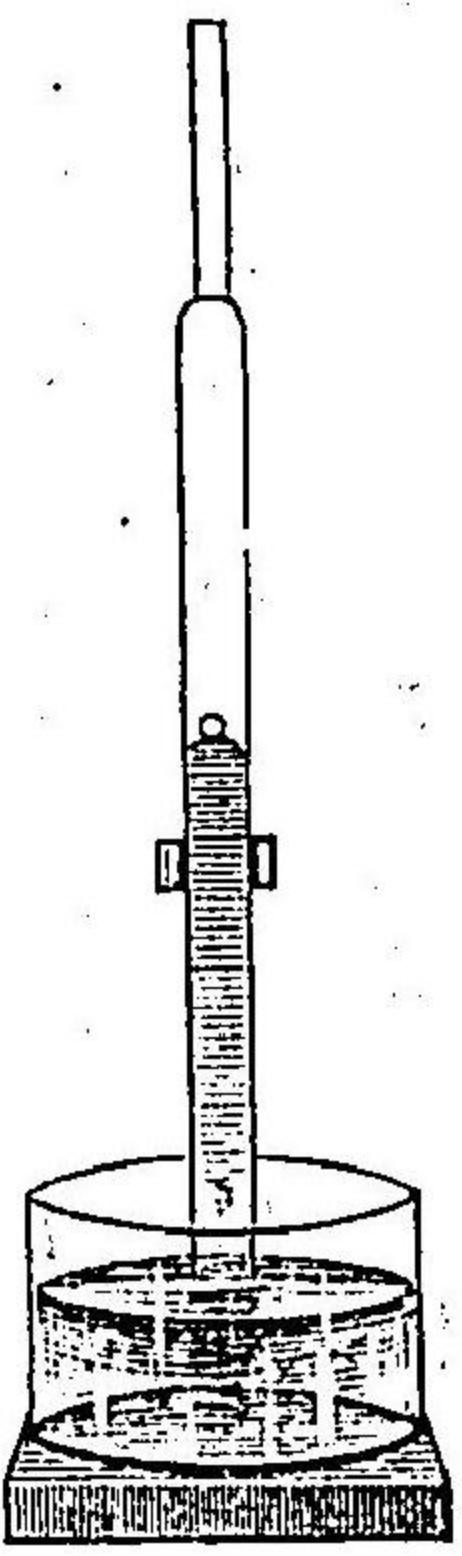
### 第九章 原子價構造式

#### 第一節 無水炭酸及び沼氣

一三三 無水炭酸は木炭即ち炭素を酸素中に燃焼して生ずるものなれば炭素及酸素より成れるを勿論なり亞鉛に稀硫酸を注ぎて水素を發出せしめたと同一の装置を用ひ大理石に鹽酸を作用せしむれば容易に無水炭酸氣を發出す之を水上に捕集して檢するに無色の氣體にして稍酸甘の味を帯びたり之を水銀上に捕集し少しく濕潤せる水酸化カリウムの小片を送上すれば無水炭酸は暫時にして

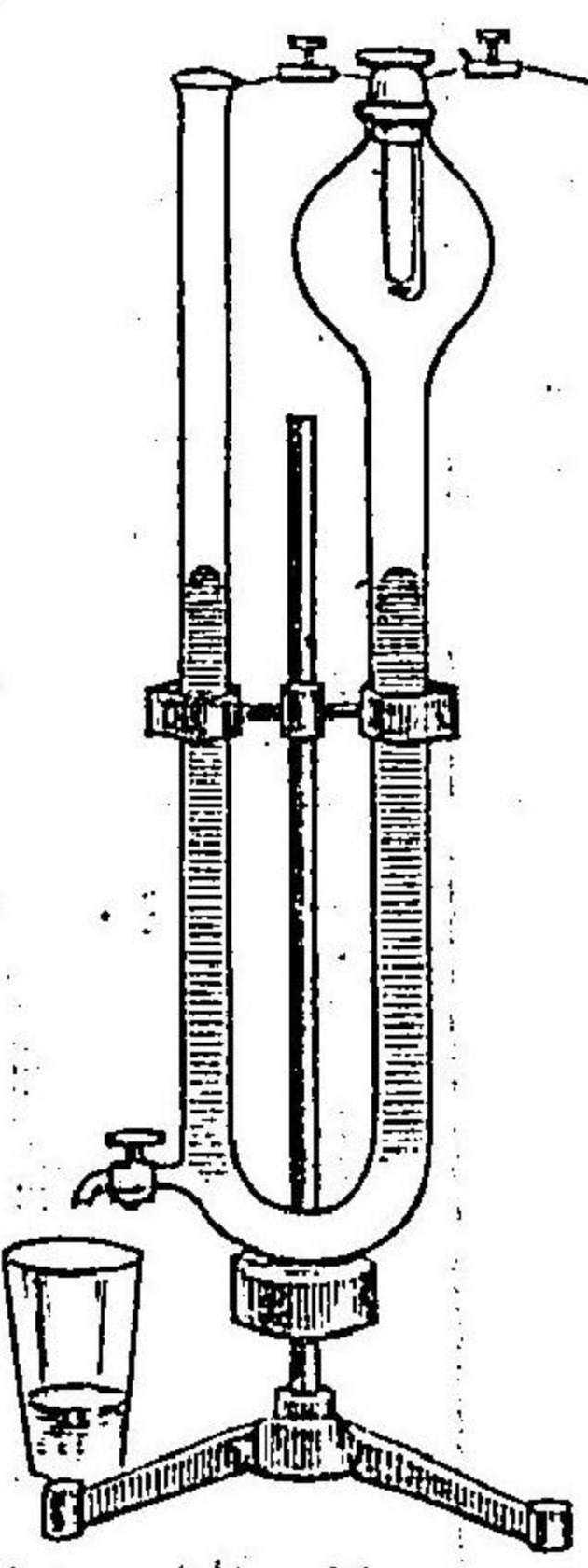
全く吸収せらるべし(第五十二圖水酸化カリウム若くは水酸化ナトリウムの溶液も亦能く無水炭酸を吸収するなり石灰水が此の氣體に逢ひて白濁するとは前に示したるが如し)

圖二十五第



無水炭酸は空氣より重きと一倍半なれば容易に下方置換に由りて捕集するを得べく又之を燭火上に注瀉すれば忽ち其の消滅するを着る無水炭酸は水素より重きと二二倍にして標準の狀況に於ける密度は $0.00197$ なり

圖三十五第



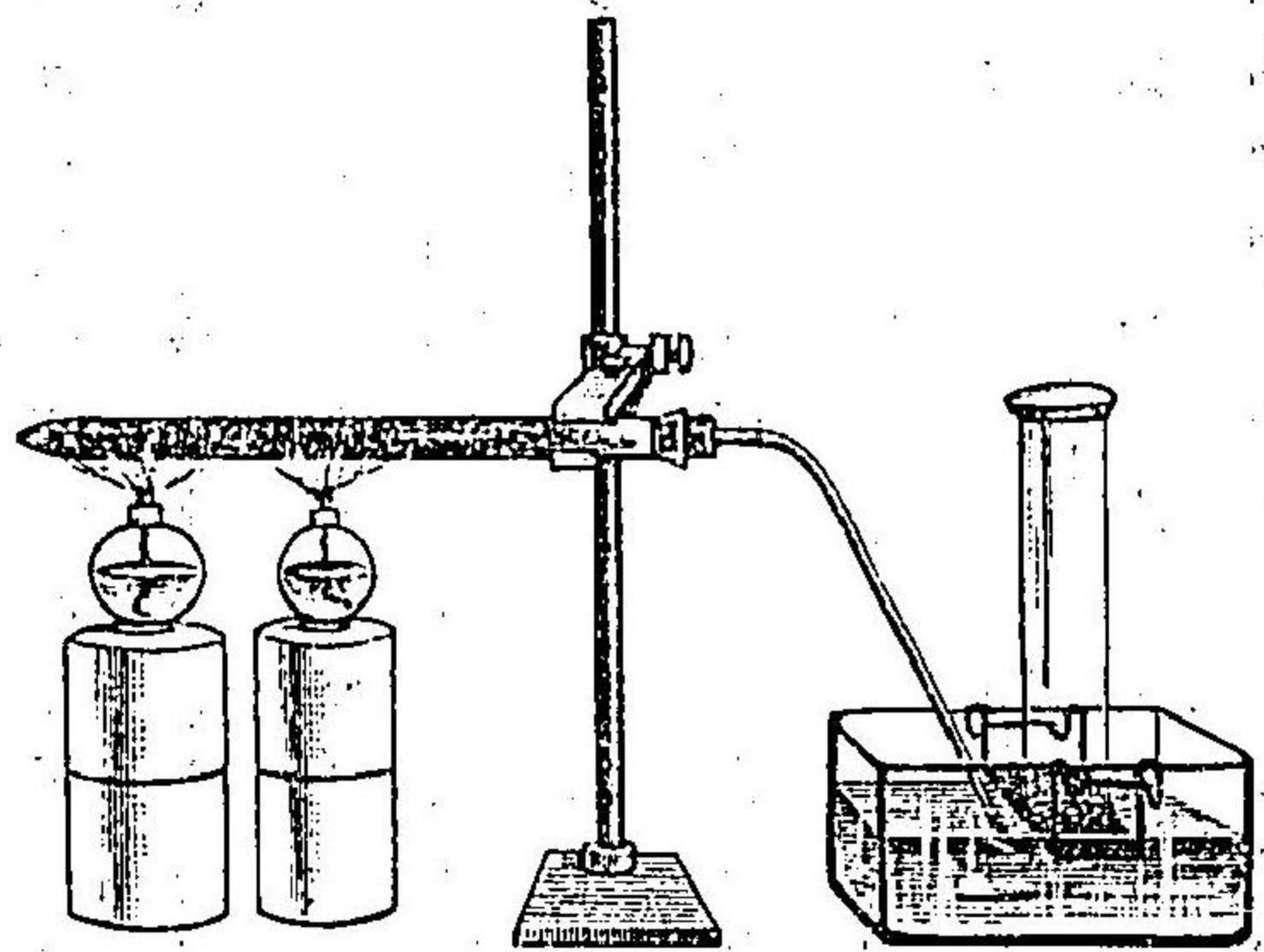
無水炭酸が炭素を含有するとは試験管に炭酸を満しカリウムの小片を投入し指を以て管口を蓋ひ試験管の底を燈火にて熱すれば忽ち黑色なる物質の生ずるに由りて知るべし  
炭素が酸素と結合して生ずる無水炭酸の體積が用ひられたる酸素の體積に均しきとは左の實驗に徴して知るを得べし第五十三圖に示す如きU字管の上部に附したる球に酸素を満し硝子栓を通過

せる太き銅線に由りて電流を通し白金螺旋を熱すれば之に接觸せる木炭片は輒く發火して小皿上に燃焼すべし而して燃焼前に於て兩枝内の水銀の高さを記し置けば燃焼后放冷するに及んで球内の氣體の體積は依然として増減するをなきを看るべし

斯の如くなれば一瓦分子の無水炭酸を造るには一瓦分子の酸素を要するなり而して無水炭酸の分子量は前記の密度に徴して明なる如く四四なれば其の一瓦分子中には一二瓦の炭素を含有するなり或化學者は砂糖及び紙より製したる木炭及び炭素の一種なる黒鉛を酸素氣流中に燃焼して生じたる無水炭酸を水酸化カリウム溶液に吸収し其の量を測りたるに六二四七八三瓦の炭素は二二九〇二六〇瓦の無水炭酸を生じたり其の割合は毫も前の推算に異ならず炭素の符號はCにして其の原子量は一二なれば無水炭酸の分子式は $CO_2$ なり炭素の原子量一二は最も數多なる氣體化合物の分子量より推定し原子量中最も確乎たるものなり  
一四 次に炭素と水素との化合物なる沼氣に就きて解説すべし此の氣體を製する方は醋酸ナトリウムとソーダ石灰(水酸化ナトリウムと石灰との混和物)との



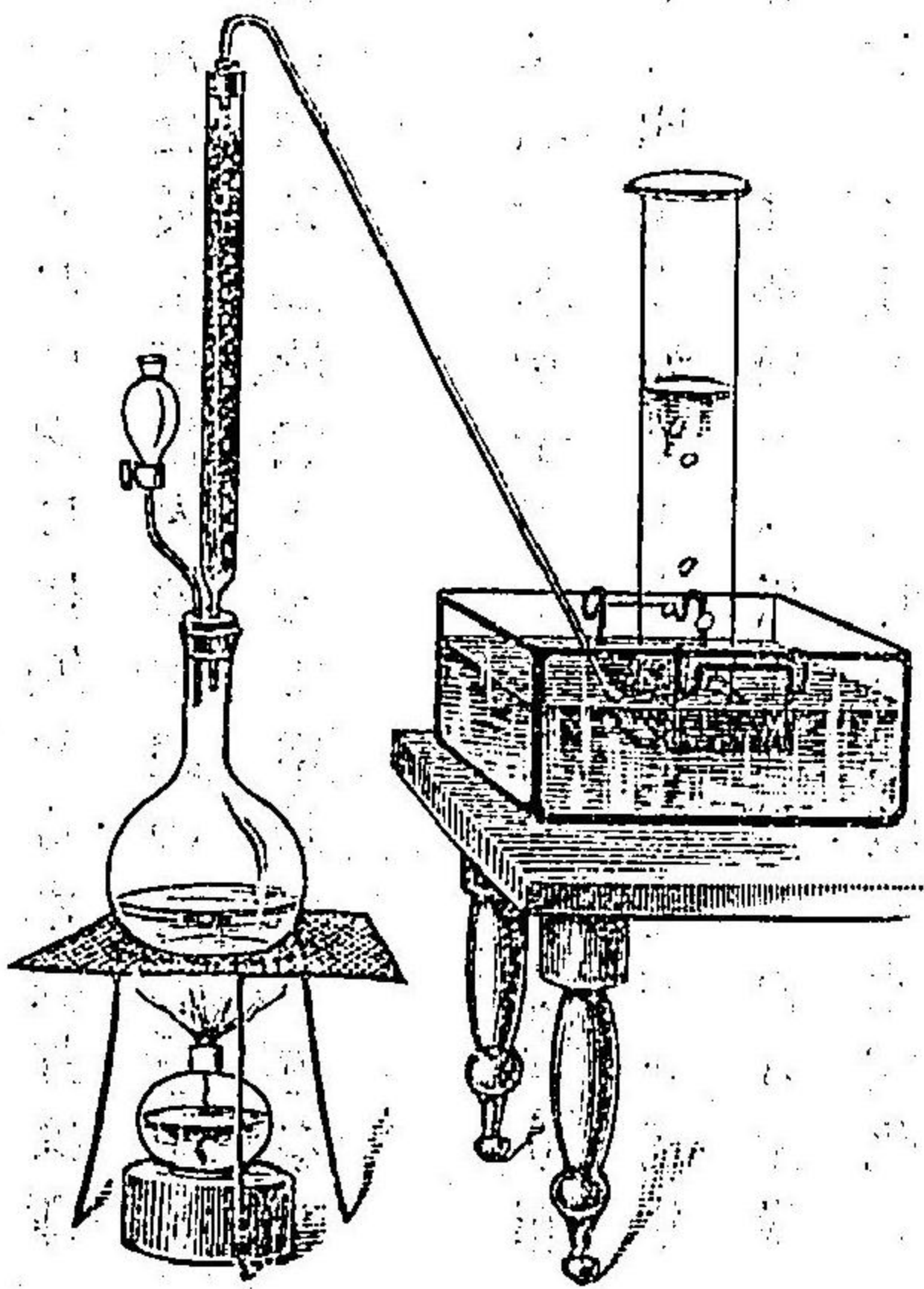
圖四十五第



混合物を硬硝子管にて灼熱するに在り(第五十四圖) 發出する所の氣體を水上に捕集して之を檢するに 無色にして能く燃焼すると水素に似たり然れども 斯の如くして製したる沼氣は少許の水素を混じ且 つ微量の他の氣體を混するが故に其の炎は頗る光 輝あり全く純粹なる沼氣は青色にして極めて光輝 微かなる 炎を揚げ て燃焼す 純粹なる

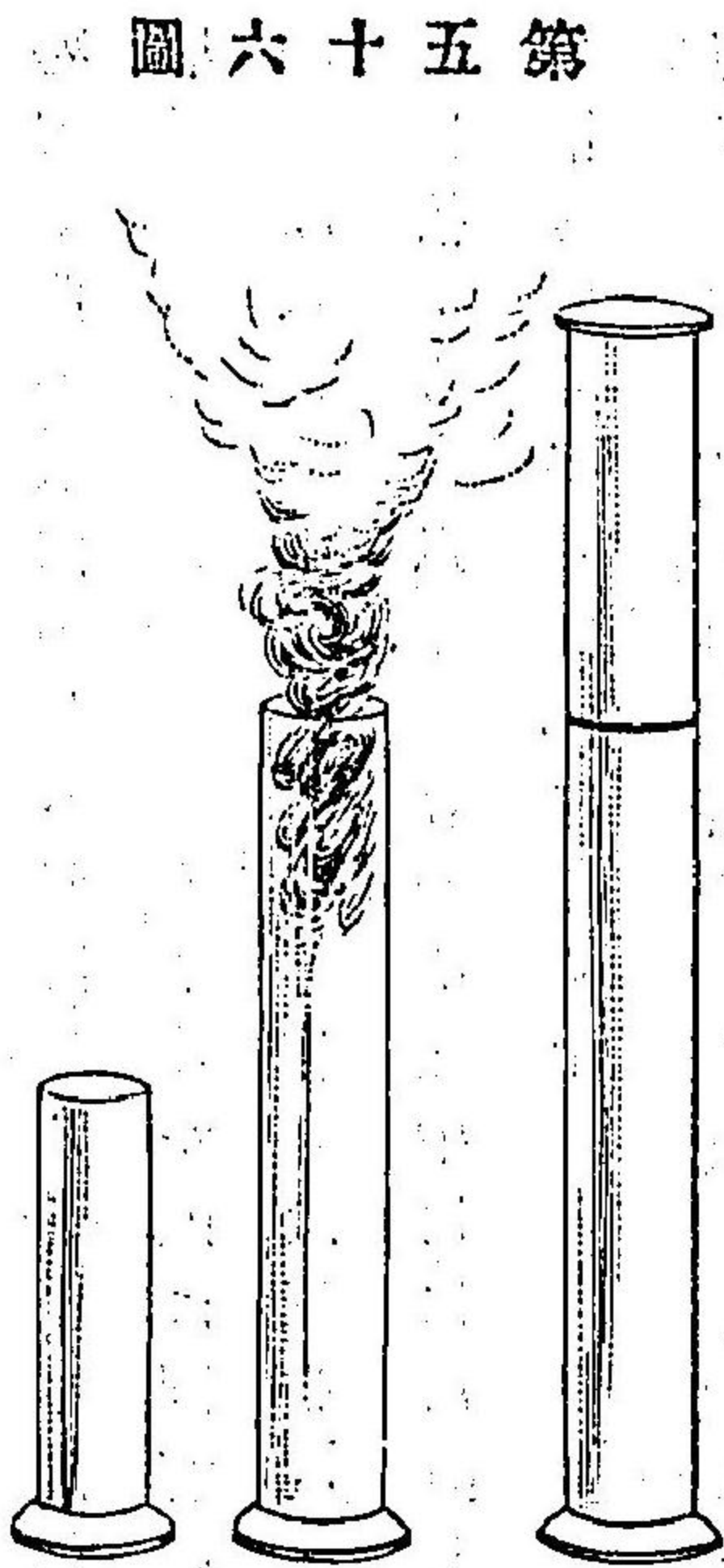
沼氣を製するには第五十五圖に示すが 如く銅亞鉛偶亞鉛に粉狀の銅を被せた るもの(をフラスコに入れ漏斗より沃化 メチルビメチルアルコールの等容混合

圖五十五第



物を滴下し之に熱を加ふべし發出する所の氣體は尙ほ沃化メチルの蒸氣を含有 すべきを以て稍太き管に滿せる銅亞鉛偶中を通過せしめて之を收奪すべし 沼氣の密度は空氣の半なれば上注に由りて捕集するを得べし水素に比すれば重 さを八倍にして標準の狀況に於ける密度は〇〇〇七一六なり

沼氣が炭素を含有する事は此の氣體を滿したる短き圓筒を長さ二倍にして直徑 を同ふし鹽素を滿したる圓筒上に載せ(第五十六圖甲)其の口を密合せしめて之を



甲 轉倒振搖し兩氣體の全く混合する に及んで二筒を別ち燭火を其の口 に近ければ忽ち黒煙の醸起する(第 五十六圖乙)を以て知るべし而して 青色試験紙を此の煙に接すれば赤 變するを以て鹽化水素の生したる

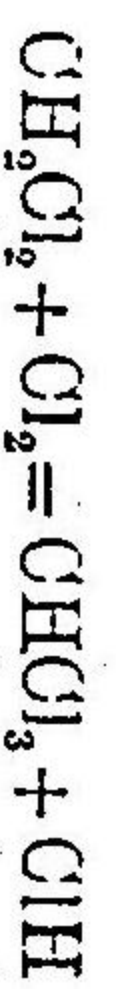
を知るべし沼氣は炭素の外に水素を含有するなり 沼氣は無水炭酸の如く單體より直ちに合成するに便ならざるも左の實驗は全く

其の組成を確定するに足るなり彎曲ユーデオメートルに十立方糶の沼氣と二十立方糶の酸素を輸入し電氣の火花を通ずれば少許の水を生じ十立方糶の氣體を殘留す此の氣體の無水炭酸なるとは水酸化カリウムの溶液を送上すれば悉く吸收せらるゝを以て明なり無水炭酸は同容の酸素を含有するが故に用ひたる酸素の半は水素と化合して水を生じたるなるべし而して水に於ては水素の體積は酸素に倍するを以て一容の沼氣中には游離せば二容となるべき水素存するなり故に沼氣の分子式は  $\text{CH}_4$  なりとす

熱灼せる酸化銅上に沼氣を通じて悉く酸化せしめ生じたる水と無水炭酸の量を比較するに九と一一即ち三六と四四の割合を爲せり而して四四の無水炭酸中には一二の炭素存在し三六の水中には四の水素含有せらるゝを以て沼氣は炭素一原子と水素四原子の割合より成れると愈明なり

$\text{CH}_4$  は一六にして沼氣の密度より計算したる分子量  $0.00716 \times 22393 = 16.03$  一致せり  
一一五 上記の如く充分多量なる鹽素を沼氣に加へ之に火を接すれば悉く其の水素を奪ひて炭素を游離せり此の化學變化を方程式にて示せば左の如くなるべ

し



此の如く鹽素を以て沼氣の水素と置き換へたる諸物質の名稱及び沸騰點を列記すれば左の如し

| 物質の名   | 分子式                      | 沸騰點   |
|--------|--------------------------|-------|
| 沼 氣    | $\text{CH}_4$            | -164° |
| 鹽化メチル  | $\text{CH}_3\text{Cl}$   | -23°  |
| 鹽化メチレン | $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ | 41°   |
| シロ、ホルム | $\text{CHCl}_3$          | 61°   |

鹽化炭素

CCl<sub>4</sub>

78°.

## 第二節 メチルアルコール、エチルアルコール

ル、異性

一六六 アルコールと通稱する物質は其の種類頗る多し酒の主要なる成分たるの故を以て酒精の稱あるエチルアルコールは通常單にアルコールと呼ぶものなり又木材を乾溜して木酸を製する際に副産物として得らるゝものをメチルアルコールといふ此兩種のアルコールは共に無色の流動し易き液體にして能く燃焼し其の臭其の味其の比重等皆相酷似し殆ど辨別す可らず然れども其の沸騰點は差異ありてメチルアルコールは六四度エチルアルコールは七八度なり又其の蒸氣の密度を測定するに前者は分子量三二に相當し后者は四六に相當せり次に兩アルコールの燃焼空氣若くは酸素中に於ての依りて生ずる物質を検するに水及び無水炭酸の二者に止まれり故に此等のアルコールは炭水二素若くは炭水酸の三素より成らざるべからず沼氣を分拆したると同一の方法に由り兩ア

八十四

八十五

アルコールの蒸氣を熱灼せる酸化銅上に送りて悉く之を酸化せしむるにメチルアルコールに在りては其の一瓦に對し生じたる無水炭酸の量は一三七五瓦にして水の量は一・二二五瓦なり故にメチルアルコールの一分子量中には一二量の炭素と四量の水素を含有するを明にして其の餘は酸素ならざるべからず因てメチルアルコールの分子式を  $\text{CH}_2\text{O}$  とすエチルアルコールに在りては其の一瓦を燃焼すれば一九一三瓦の無水炭酸と一・二七四瓦の水とを生ずるが故に其の蒸氣密度に照し分子式  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$  を得

一六七 メチルアルコール及びエチルアルコールにナトリウムを投ずれば恰も水に於けるが如く水素を發生しメチル酸化ナトリウム及びエチル酸化ナトリウムを生ず而して水の場合に於けると同く二三量(即ち一原子量)のナトリウムは一量の水素と交代するなり之を方程式に表はせば左の如し



又水酸化ナトリウムに鹽化水素を加ふれば前者のアルカリ性も後者の酸性も共に消失して中性なる鹽化ナトリウム即食鹽を生ず



メチルルアルコール及びエチルルアルコールに鹽化水素を作用せしむれば同様の反應を呈するなり



$\text{ClCH}_3$  は鹽素を沼氣に作用せしめて生じたる鹽化メチルと同一物なり

$\text{ClC}_2\text{H}_5$  は鹽化エチルと稱し其の鹽化メチルに類せるとは猶ほエチルルアルコールのメチルルアルコールに於けるが如し

一八八 沃化水素と鹽化水素と其の組成及び性質の甚だ相似たるものあり其の分子式は  $\text{IH}$  にして沃素一原子と水素一原子より成れり之をメチルルアルコールに作用せしむれば曩に沼氣の製出に用ひたる沃化メチルを生ず



八十六

八十七

沃化メチルは四三度に於て沸騰する液體にして有機化學の實驗には博く用ひらるゝものなり之をメチル酸化ナトリウムと共に熱すればメチルルエーテルと稱ふる一種の氣體を生ず此の氣體を燃焼するに生ずる所は無水炭酸及び水の二物に止まれり而して酸化銅に由りて悉く之を酸化し生じたる無水炭酸及び水の量を測るにメチルルエーテル一瓦に對し無水炭酸一・九一三瓦水一・一七四瓦にしてエチルルアルコールの場合に於けると全く同一なり且つ此の氣體の密度を測るに分子量四六に相當せり故に其の分子式はエチルルアルコールと同一く  $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$  ならざるべからず其の成生の反應は次の如し



此際に生じたる沃化ナトリウムは食鹽に類したるものなり

メチルルエーテルは其の分子式エチルルアルコールと同一なるに關らず性質は全く相異にして氷點下二二度に至り始めて液化しエチルルアルコールと沸騰點の差正に百度に達せり臭味も亦全くアルコールに異なり且つナトリウム鹽化水素等に逢ふも容易に反應するをなし

斯の如く同一の分子式が二種以上の物質を表する事を異性の關係といひ此の關係を呈する物質を異性體といふエチルアルコールとメチルエーテルとは異性體なり

若し一分子中の諸原子が一樣に相混和して結合せば斯の如く異性の現象を呈するをあるべからず故に同一分子を組成せる諸原子の結合には直接なると間接なると親密なると疎遠なるとの別なかるべからず

### 第三節 形式 基

一八九 鹽素原子を以て逐次に沼氣の水素原子と置き換へたる諸物質の分子式を列記して之を比較するに左の如くにして皆五原子より成り其の一は炭素原子にして他は水素若くは鹽素原子なり此の五種の化合物が形式を同ふせるとは



一目して瞭然たるべし此等を稱して沼氣形式の化合物といふ沃化メチル  $\text{CH}_4$

も亦此の形式に屬するを勿論なり

又水素鹽化水素及び鹽素の分子式を比較するに  $\text{HH HCl ClCl}$  にして共に同一形式の化合物なるを明なり此等を鹽化水素の形式といふ鹽化カリウム  $\text{ClK}$  鹽化ナトリウム

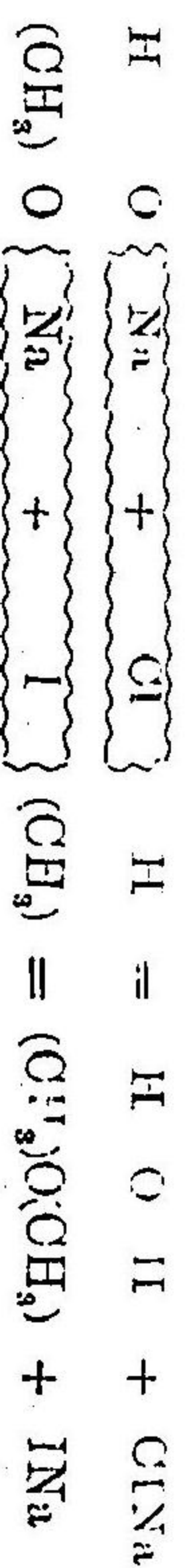
$\text{ClNa}$  も亦此の形式に屬するを勿論なり

カリウム原子  $\text{K}$  ナトリウム原子  $\text{Na}$  が水の水素一原子と交代して生じたる水酸化カリウム及び水酸化ナトリウムの分子式を水の分子式と比較するに  $\text{HOH HOK HONa}$  にして共に水の形式に屬するを看るなり一二酸化鹽素  $\text{CO}_2$  も亦然り

アムモニヤ  $\text{NH}_3$  及びアムモニヤの水素一原子をカリウムにて置換して生じたるアミド  $\text{NH}_2$  カリウム  $\text{NH}_2\text{K}$  は共にアムモニヤの形式に屬せり

沼氣の形式に屬する化合物を作るには必ず炭素原子若くは之と働を同うする一原子の存するを要しアムモニヤ形式の分子を造るには必ず窒素原子若くは之と働を同うする原子の存在を要し水形式の分子を造るには必ず酸素原子若くは之と働を均する原子の存するを要するなり

一ニ〇 更に複雑なる化合物メチルアルコール、メチルエーテル等は如何なる形式に属するやと問は、其の反應若くは成生の手續を尋究するを要す。メチルアルコールがナトリウムに作用して水素を發出しメチル酸化ナトリウムを生じたる反應を考ふるに正に水と其の働を同らし(CH<sub>3</sub>H)がHと交代したりと見做すを得べし故にメチルアルコールは水の形式に属しCH<sub>3</sub>OHを以て表するを得るなり同様の理に由りエチルアルコールも亦此の形式に属し其の式は(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)なり又メチルアルコールの鹽化水素に對する反應を考察するに水酸化ナトリウムに比すべし而して水酸化ナトリウムが水の形式に属するを以てメチルアルコールが水の形式を爲せるは愈明なり且つ此の反應に由りて生じたる鹽化メチルは鹽化ナトリウムに比すべきを以て鹽化水素の形式に属するを論を俟たず隨て沃化メチルの如きも亦鹽化水素と形式を同らせり。次にメチルエーテルの形式は如何にと尋ぬるに其の成生の反應は鹽化水素が水酸化ナトリウムに作用して水を生ずるに比すべきを以て又水の式形に属するを明なり。



一ニ一 沼氣 (CH<sub>3</sub>)H      メチルアルコール (CH<sub>3</sub>)OH      メチル酸化ナトリウム (CH<sub>3</sub>)ONa

水素 HH      水 HOH      水酸化ナトリウム HONa

鹽化メチル (CH<sub>3</sub>)Cl      沃化メチル (CH<sub>3</sub>)I      メチルエーテル (CH<sub>3</sub>)O(CH<sub>3</sub>)

鹽化水素 HCl      沃化水素 HI      水 HOH

を比較するに(CH<sub>3</sub>)なる一簇がHと同様の働きを爲すは疑ふべからず而してメチルアルコールよりメチル酸化ナトリウム若くは鹽化メチル、沃化メチルを造り更に此等よりメチルエーテルを造る等種々なる化學變化を經過するも(CH<sub>3</sub>)は壞崩す

るとなくして一種の化合物より他の化合物に移れり斯の如く一原子の如く作用する數原子の一簇を名けて基若くは殘基といふ而して  $(CH_3)$  はメチル基と稱す此の稱號を用ふれば水が酸化水素なると同くメチルアルコールは酸化メチルと呼ぶを得べく沼氣はメチル水素と稱するを得べきなり。

又  $(HO)$  なる一簇も種々なる化合物に入るなり其の例を擧ぐれば  $(HO)H$   $(HO)Na$   $(HO)K$   $(HO)CH_3$   $(HO)C_2H_5$  等の如くにして種々なる反應には最も重要な働を爲すものなれば特に水酸基の名あり

メチルアルコールは前に論じたるが如く水の形式に屬するは勿論なるも其の式を  $CH_3H(OH)$  と書すれば又沼氣の形式に屬すと思考するを得べし其の水の形式に屬するは蓋し酸素原子の存するが爲めにして沼氣の形式に屬するは炭素原子の存するが爲めなり其の理由は次節に到り明瞭なるべきも複雑なる化合物に在りては形式論の頗る茫漠たるを看るべし

#### 第四節 原子價

一・二・三 上節に掲げたる種々なる形式を案ずるに一原子が直接に他の原子と結合するの數は自から定限あるを發見するなり此の事實を表する爲めに左の如き語を用ふ

一價原子とは一原子にして他の原子唯一個と直接に結合し得るものをいふ

二價原子とは一原子にして他の原子二個と直接に結合し得るものをいふ

三價原子四價原子等は皆此の例に隨て稱呼す

斯の如き原子結合の力を原子價と名づく原子價を定むるには左の三則に據る

(一) 二原子が一分子を構成する時は其の二原子は直接に結合せざるを勿論にして共に一價原子たるを得べし

(二) 原子三個以上が一分子を組織する場合には少くとも其の二原子は一價已上ならざるべからず

(三) 二個の一價原子と結合せる一個の原子は二價原子なり

兩原子の眞接結合を表するに其の符號の間に引きたる短線を以てすべし

(二) の最も簡單なる場合は  $ABC$  にして其の結合は  $A-B-C$  若くは  $A \wedge B$  なる  $\curvearrowright A-B-C$

に在りてはBは二價原子にして直接にAとCとに結合すれどもAとCは直接に結合し居らず其の結合はBを介したる間接の結合なり  $A \begin{array}{l} \diagup \\ H-C \\ \diagdown \end{array} C$  に在りては三原子ともに皆直接に結合せり而して孰れも二價已上の原子ならざるべからず

一三三 水素原子Hと結合して鹽化水素形式の化合物を造り且つ沼氣の水素を鹽素が置き換へたるが如く其の化合物の形式を變せずして水素の一原子と交代し得るものは鹽素Cl、臭素Br、沃素I、弗素Fなる四元素の各一原子とす此等を造鹽素といふ造鹽素の一原子と結合して鹽化水素形式の化合物を造り且つナトリウムが水の水素を置き換へたるが如く其の化合物の形式を變せずして水素の一原子と交代し得るものはカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、ルビヂウムRb、セシウムCsなる五元素の各一原子とす此等をアルカリ金屬元素といふ

水素造鹽素アルカリ金屬元素の三種が互に結合して成生する化合物の数は稍多きも其の分子式の確定せられたるものは皆鹽化水素形式の化合物にして水素一原子若くは二原子が此等の諸元素の原子と共に三原子已上の分子を造れる化合物は未だ曾て發見せられざるなり而して水素原子のみが三個已上結合せるとは勿論

あらざるなり

之を換言すれば一原子にして水素の二原子已上と共に一分子を成し若くは一原子にして水素の二原子已上に交代する原子の存在することなくして水素原子三原子已上の分子に入るとは未だ曾てあらざるなり然るに斯の如き原子の存在する場合には水素の一原子若くは數原子か三原子已上の分子に入ると其の例甚だ多きを以て之と對照せば水素は一價原子なりと論斷せざるを得ず

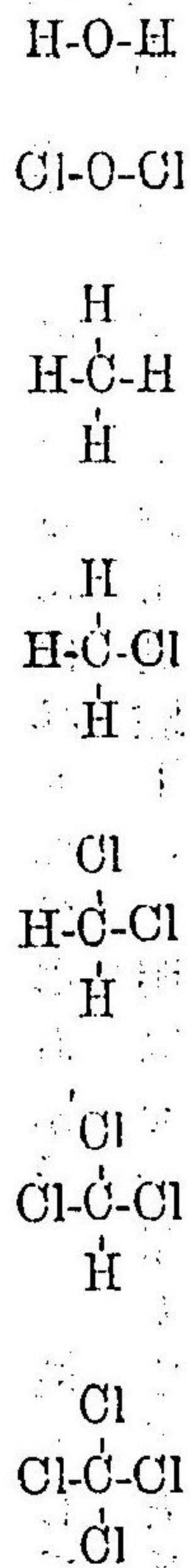
右に述べたる水素原子が一價なりとの證明は全く消極的に屬すと雖も是れ問題の性質が積極的の證明を許さざるに由れり且つ水素原子を一價として推究したる結論は着々事實と符合するを以て實驗上の證明は充分なりと思考せざるを得ず

一三四  $HCl, H_2O, H_2N, H_2C$  なる分子式に於てHが一價原子なる已上はClは一價Oは二價Nは三價Cは四價ならざるべからず今一々に直接の結合を示せば左の如き式を得るなり





而してClは一價なれば能く其の分子の形式を破壊せずしてHと交代するの事實は容易に會得せらるゝなり左の式はHとClとがO及びCとの化合物に於て同價なるを示せり



此等の化合物に於てOは常に二價にしてCは常に四價なり而して無水炭酸OCOと沼氣H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>とを比較すれば二價なるOかH二個と交代したるを見るべし

K(カリウム原子Na(ナトリウム原子)はCl<sub>2</sub>、CNなる化合物を造れり故に共に一價なるべしH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>等に於ても其の然るを見るなり

一元素の原子價を定めんと欲せばCl、O、N、Cの原子價を定めたる如く其の一原子か水素原子のみと結合せる分子に依るを最も精確とす然れども水素のみと化合せざる元素に在りては鹽素其他の造鹽素との化合物に據るも可なりK、Naの原子

價は此の法に由りて定めらるゝなり且つ一價なる原子一個はH一個と交代すべく二價なる原子一個はH二個と交代すべく其の他之に准ずるが故に其の一個が水素原子と交代する個數に由りても原子價を定むるを得るなり

一(二五) Cl(三五五)はH(一)と化合し又は之と交代するが故にCl(三五五)は鹽素の原子量を表すのみならず其の當量をも表せりNa(二三)はH(一)と交代しCl(三五五)と結合したれば又同くナトリウムの原子量と當量とを併せ表するなり故に一價なる元素に在ては原子量と當量とは同一なり

O(一六)は2H(二)と化合し又之と交代したるが故に其の當量は10即ち八なり之を以て推せばO價の元素に在ては其の當量は原子量の1/2分一なるを知るべし例へば炭素の當量が三なるが如し斯の如くなれば原子價を以て原子量を除せば當量を得當量を以て原子量を除せば原子價を得るなり

次項に説くが如く一元素の原子價は時に變更するをなきを保せずと雖も多數なる場合に於ては同一價を維持するものなるが故に甲の反應に於ける當量と乙の反應に於ける當量とは同一なるを常とす前章第九十五項に於て  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$  なる比

が一なるを多しと説きたるは實に之が爲めなり  
 化學變化は原子の離合に外ならずとせば之に與かる一分子に於ては必ず一價已  
 上の原子が一個已上出入せざるべからず一價なる原子が一個出入せりとすれば  
 其の物質の反應量は分子量に等しく其の場合に於ては分子量は必ず反應量  
 の倍数ならざるべからず是れ最大反應量を以て最少分子量としたる所以なり第  
 百〇六項を參照せよ

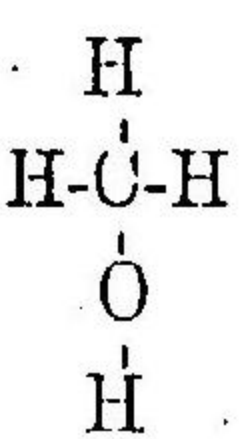
一二六 黑色赤色二種の酸化銅に鹽化水素を通ずれば二種の鹽化銅を生ず其の  
 分子式は一は  $\text{Cu}_2\text{O}$  にして一は  $\text{CuO}$  なり前者に在ては  $\text{Cu}$  は二價にして後者に在  
 ては一價兩種の酸化銅の分子式は未だ確定せざるも類例を以て推論すれば  $\text{CuO}$  及  
 $\text{Cu}_2\text{O}$  なるべし斯の如く二價なる銅の化合物と一價なる銅の化合物ありて其の數其  
 に少からず其の他の元素にも此の類例あれば原子價は變化するものと見做さざ  
 るを得ず然れども其の變化には一定の制限ありて銅は必ず一價若くは二價にし  
 て其他の原子價を呈する場合は未だ發見せられず且つ三價なる銅の化合物が反  
 應するに當ては二價なる銅の他の化合物を生ずるを常とし特別の事情あるに非

ざれば一價なる銅の化合物に變ずるをなし一價なる銅の化合物に在ても亦同様  
 なり

更に原子價の問題を複雑ならしむるは不飽和化合物と稱するものあることなり  
 例へば窒素の原子價はアムモニヤに於ける如く三價なるを常とせり又五價なる  
 とあり又酸素は常に二價なり然るに酸化窒素  $\text{NO}$  に於ては三價なる  $\text{N}$  が二價なる  
 $\text{O}$  と結合せるを以て此の際  $\text{N}$  の一價は結合するとなく  $\text{—N—O—}$  の如くなるべし  
 斯の如く原子價の餘あるを原子價の不飽和といふ酸化窒素は容易に鹽素と化合  
 し鹽化ニトロシル  $\text{CuNO}$  を生じ此の化合物に於ては  $\text{—N—O—}$  なる結合を爲せる  
 を殆ど疑なく窒素の原子價全く飽和するを得たり不飽和なる化合物が反應する  
 に當ては飽和せる化合物に變ずるを常とす原子價の變化と不飽和とは之に依り  
 て區別するを得べし二酸化窒素  $\text{NO}_2$  は多分五價なる窒素の不飽和體なるべし、  
 斯の如く多少の困難なきにあらざるも諸元素の原子價は概ね之を確定し得べく  
 且つ之を用ひて數多なる物質の反應及性質を解明し得るなり

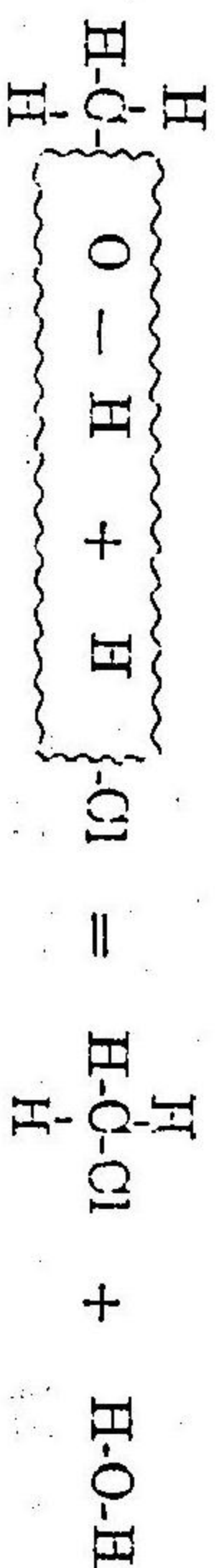
### 第五節 構造式

一七七 Oを四價Oを二價Hを一價とせばメチルアルコールに於ける原子結合を示すべきは唯左の一個の式あるのみ

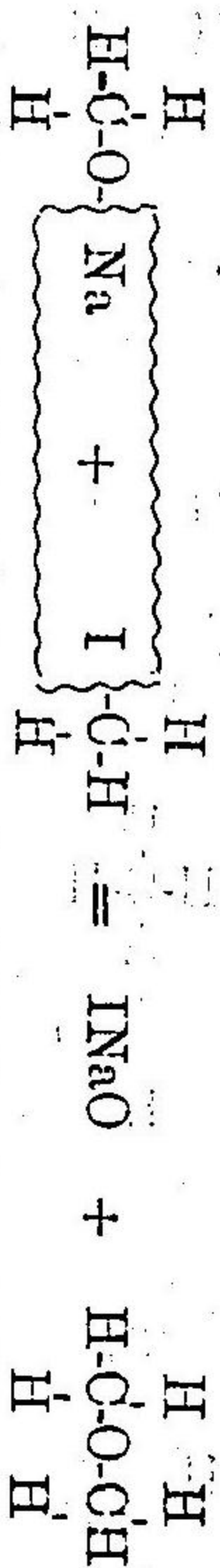


斯の如く諸原子直接の結合を示せる式を構造式といふ

此の式に於ては一個のHは直接にOと結合し水酸基を爲せるを以て直接にOと結合してメチル基を爲せる他の三個のHと其の作用同からざるべしNaと交代してメチル酸化ナトリウムを生じたる反應の如きも此の構造式に由りて明なるべし又第三節に説きたるが如くメチルアルコールが沼氣及び水の兩形式に屬する理由も此の構造式に徴せば瞭然たるべし又鹽化水素とメチルアルコールが相互作用して鹽化メチルを造るが如きも左の方程式に由りて分明なり

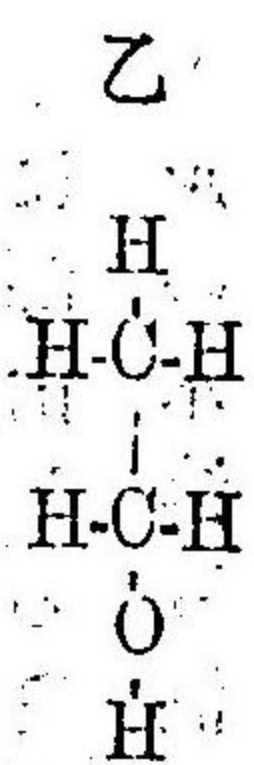
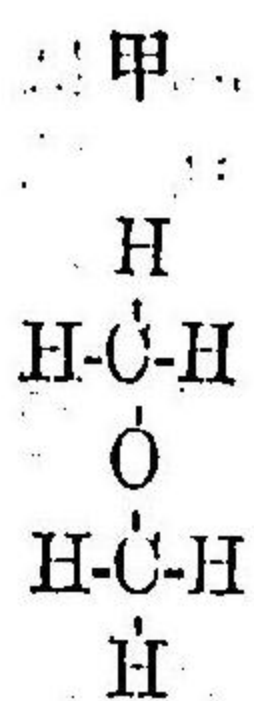


而して沃化メチルとメチル酸化ナトリウムがメチルアルコールを造る方程式は左の如くなるべし



故にメチルエーテルに於ては二個のCは互に直接に結合せずOを介して結合せるなり

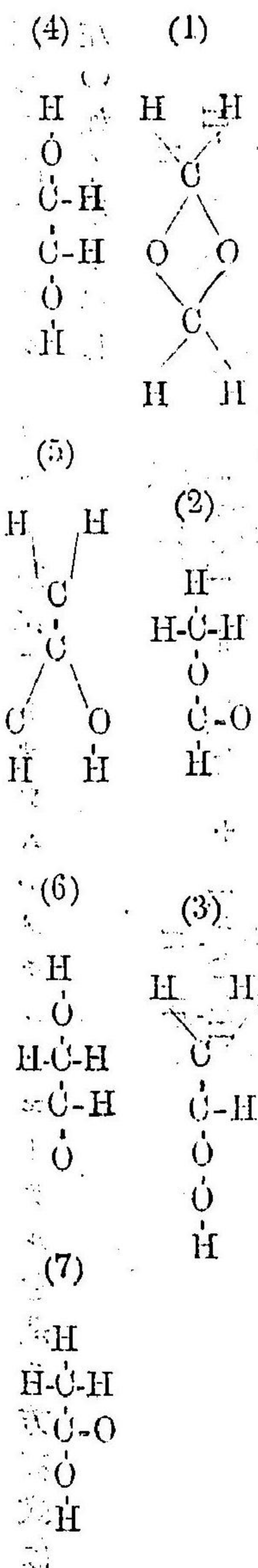
而るにC<sub>2</sub>H<sub>6</sub>Oなる分子式は左の如く兩様に書し得らる



甲は前記の如くメチルエーテルの式なれば乙はエチルアルコールの式ならざるべからず此の兩物質の異性體なる理由は此等の構造式に依りて始めて解明せらるゝなり而してメチルエーテルの式に於ては六個のHが齊く炭素原子に結合せるを以て其の一個が作用を殊にすべき所以なく此の物質の反應遲鈍なる

に合へり之に反してエチルアルコールの構造式に於ては一個のHは酸素と結合せるを以て其の作用は恰もHOHに於ける水素原子の如く善くNaと交代せり又メチルアルコールと同一く善く鹽化水素と反應して鹽化エチルを造るをも此の構造式に由りて領解せらる且つ他の性質に於ても此の兩アルコールが甚だ相類するは其の構造式の相似たるに源由せるを明なり

一七八 エチルアルコールの水溶液(酒の類)は一種の醱酵を爲して酢を生ず酢の主成分は醋酸と稱する物質にして之を純粹に製取すれば一七度に於て凝固し一八度に於て沸騰する液體にしてアルコールに於けると同様の手續を以て其の組成を定め分子量を測るにC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>なる分子式に合せり此の分子式は左に列記する七種の構造式を包括せり



此七種中孰れを以て醋酸の構造式とすべきやは此の物質の反應及び成生の方法に徴して推定せざるべからず

(一)醋酸はナトリウムに逢へばHとNaとを交換し醋酸ナトリウムC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>Na(分子式)を生ず故に一個のHは他の三個と其の結合の模様を異にせざるべからず

(二)醋酸ナトリウムを水酸化ナトリウムと共に熱灼すれば左の如き反應に由りて沼氣を生ず

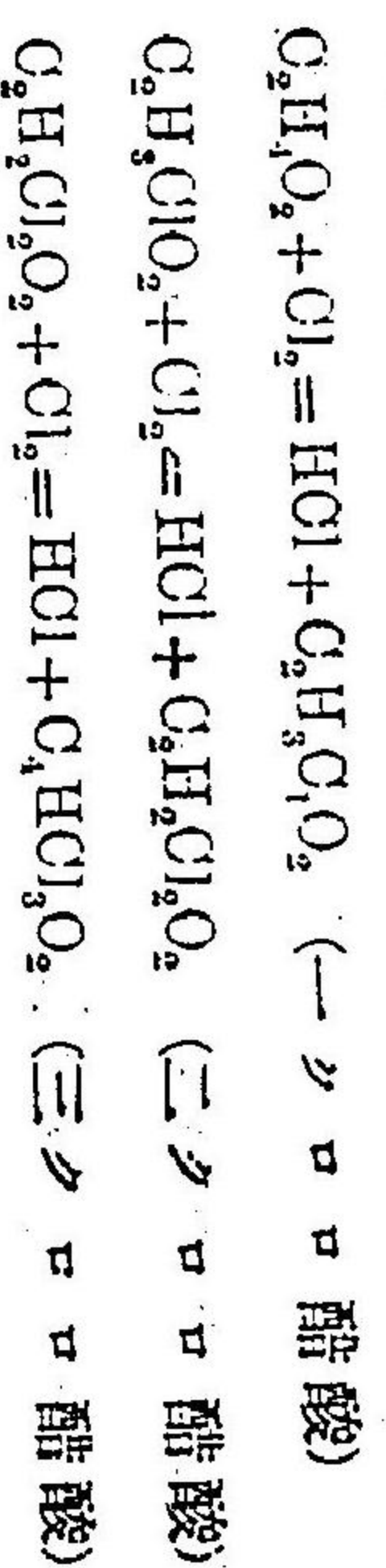


故にメチル基CH<sub>3</sub>は醋酸中に存せざるべからず又CO<sub>2</sub>Naは水酸化ナトリウムが無水炭酸を吸収する際に生ずる物質にして炭酸ナトリウム(炭酸曹達)といふ(三)エチルアルコールを醱酵し若くは徐々に之を酸化すれば醋酸を生ずエチルアルコールに於ては炭素の二原子直接に相結合せるが故に醋酸に於ても炭素の二原子直接に結合し居らざるべからず

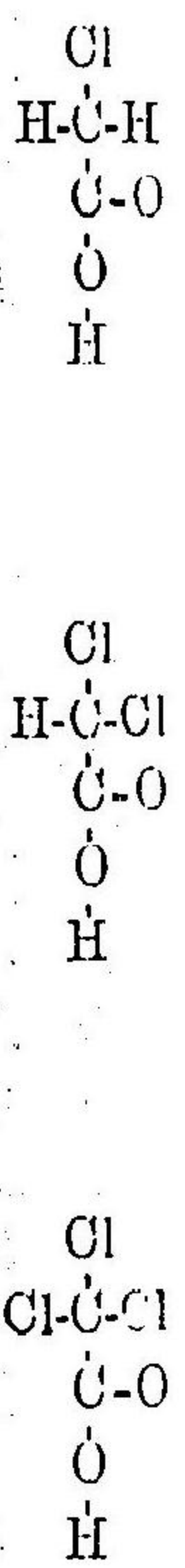
(一)の條件に合せざるが故に(1)(4)(5)の式は棄てざるべからず(二)の條件に反するが故に(1)(3)(4)(5)(6)の式は取るべからず

三の條件は(1)(2)の式と相容れず  
此の三條件を悉く備ふるものは(7)のみなれば之を以て醋酸の構造式とせざるべからず

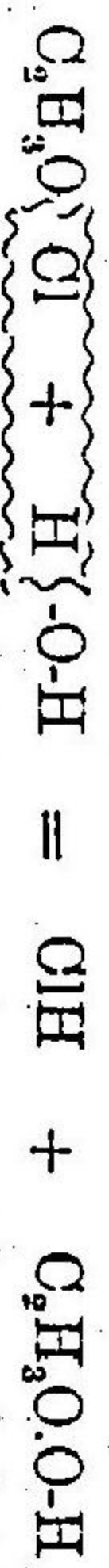
(四)  $\begin{matrix} H & H \\ | & | \\ H-C & -C-H \\ | & | \\ H & H \end{matrix}$  なる式に於てOと結合せるHはNaと交代せるものなると勿論にして他の三個のHは齊くOに結合せるを以て其の作用同一ならざるべからず  
今日光に曝せる醋酸に鹽素を通ずれば沼氣に於ける反應と同く左の三種の物質を生ず



此の三種のクロロ醋酸は通常の醋酸と相類し一個のHはNaと交代し一二若くは三クロロ醋酸ナトリウムを生ず是れOと結合せるHのみはClを以て置き換へられざるに由る而して三種のクロロ醋酸の構造式は左の如くならざるべからず

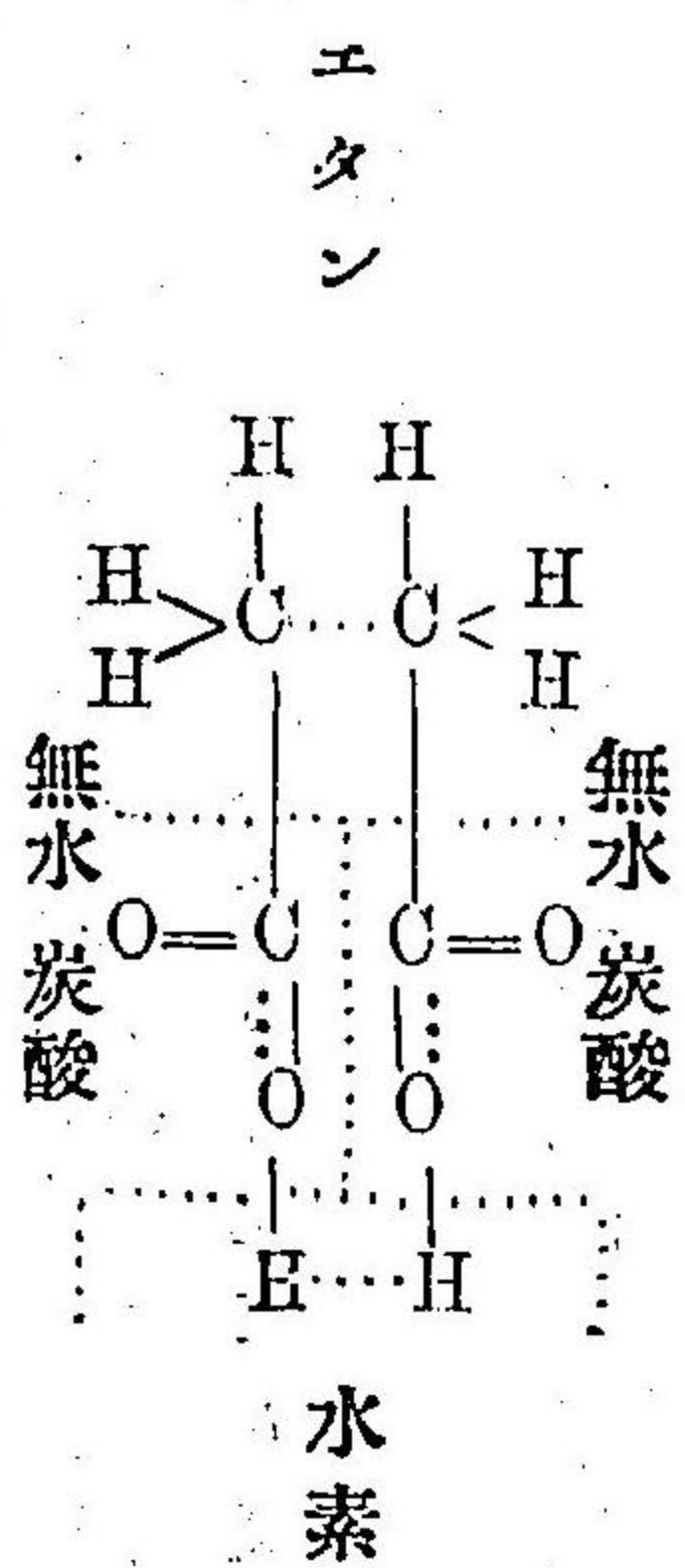


(五)鹽化アセチルと稱し  $C_2H_3OCl$  なる分子式を有する物質あり水に逢へば鹽化水素と醋酸とを生ず



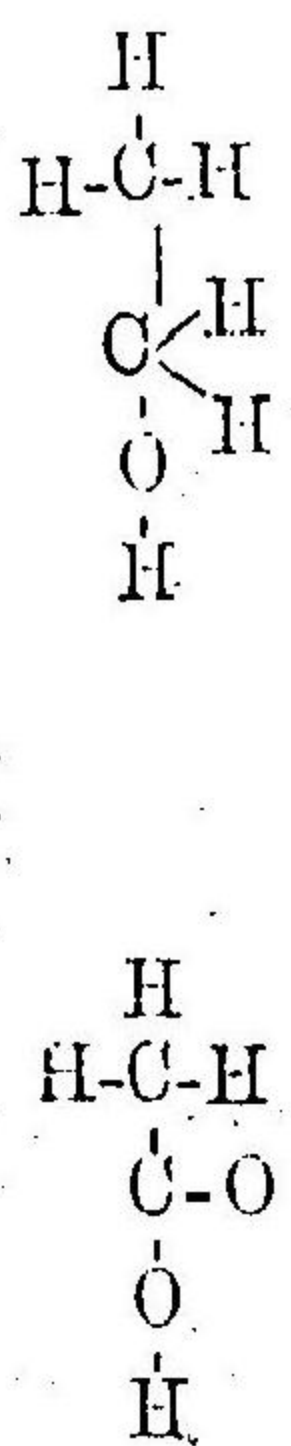
故に醋酸の分子に水酸基あるは其の構造式に示すが如し

(六)電流を通じて醋酸を分解すれば陰極には水素を發し陽極にはエタンと稱し  $C_2H_6$  なる分子式を有する氣體と無水炭酸とを生ずエタンはエチルアルコールの(OH)をHにて置き換へたるものにして其の構造式は無論  $\begin{matrix} H & H \\ | & | \\ H-C & -C-H \\ | & | \\ H & H \end{matrix}$  なり而して此の分解は醋酸の構造式に由りて左の式に示すが如し容易に説明せらるゝなり



此の分解に於て特に注目すべきはCO<sub>2</sub>の發したる事にして醋酸の分子に於て二個のOが一個のCと直接に結合せると明なり又此の分解を(二)の反應に比すれば其の相似たるを認むべし

(七)エチルアルコールの構造式と醋酸の構造式とを聯書すればOが2Hと交代して前者より后者を生じたるを明なり



一三九 斯の如く炭水酸三素の原子價と(一)(二)(三)の反應より推定したる醋酸の構造式は能く(四)(五)(六)(七)の反應をも解明し此の構造式に由りて醋酸の成生の方法及び其の變化に由りて生ずる物質の如何を豫知し得るなり其の他此の構造式が表示する所尙は多きもそは有機化學を説くに至りて自から詳悉すべし。構造式が如何なるものなるやは上記の例に依りて略明なるべし蓋し構造式には二様の意味ありて一面には物質の由來及び反應を表し一面には原子結合の有様を示せり前者は過去の歴史及び未來の豫言にして后者は現状の代表なり故に構

造式は物質の三時に亘りて之を表章せりといふべし。構造式に就きて更に一言すべきは其の名の不適當なるをにして物質の空間に於ける結架配置が斯の如き式に由りて表出し得べきものにあらざるは勿論なり正當に之を解すれば物質の一分子量内に於ける諸元素の各原子量が相互作用するに直接間接の別あるを示すものといふべきなり然れども原子説に依り各符號を以て一個の粒子と看做し其の連結若くは牽引の狀を心裏に描寫せば構造式は大に理解し易かるべきが故に其の一種の假托たるを記憶せば斯の如き想像を用ふるは利ありて害なかるべし

### 第六節 化學式の種類

一三〇 醋酸を分析して其百分組成を檢定すれば左の如し

炭素四〇〇分 水素六七分 酸素五三三分

此成績を化學式にて表せんとするには諸元素の原子數の割合を定むるを要す今炭水酸三素の量を各其原子量にて除すれば炭素三三三(40÷12)原子水素六七(67

十二) 原子酸素三三三(33.3%)の原子の割合を得然れども原子数は必ず整数なるべきが故に〇三を通乗して悉く之を整数とすれば炭素一原子酸素二原子酸素一原子を得之を化學式の形とすれば



是れ醋酸の組成を表出せる最も簡單なる式なり

斯の如く物質を分析したる成績を最も簡單に表する式を實驗式といふ

實驗式を造るには物質(一定質量の)を組成せる各元素の量を其の原子量にて除し

其の諸商を最も簡單なる整数とすべき乗子を求めて之を通乗し得たる積を各元

素符號の傍に附して之を列記するなり

一三) 分子式は實驗式を幾倍したるものならざるべからず今分子量をMとし

實驗式の表する量をmとすれば $\frac{M}{m}$ なる關係を有しnは必ず整数なり氣體密

度其の他の方法に由りて分子量Mを測定しmを以て之を除すればnを得べし而

して實驗式に於ける各原子の係數にnを乗すれば分子式を得るなり例へば醋酸

に於ては實驗式の表する質量は $C_1H_1O_2$ にして之を以て醋酸の氣體密度より推

定したる分子量を $\frac{M}{m}$ を除すれば $\frac{M}{m}$ を得故に醋酸の分子式は左の如くなるべし



一三二) 鹽化アセチル(第百二十八項)と水との反應に由りて水酸基が醋酸分子

中に存するを知れり又沼氣の製法に徴してメチル基の存在を知れり斯の如き事

實を表する爲めに左の如き式を用ふ



此等の式に於ては $(CH_3)$   $(OH)$ 等の諸基が如何に組織せらるるかを知るを要せざるな

り斯の如く單に一部の反應を示せる式を示性式といふ

示性式を造るには必ずしも分子式を知るを要せず

一三三) 物質の一分子内に於て諸原子の直接結合を悉く示せる式は構造式にし

て前節に説きたる醋酸の構造式の如き是なり構造式は化學式の頗る進歩したる

ものにして最も複雑なる關係を最も簡單に且つ明瞭に表出するものにして之を

推定し得は其の物質の化學的性質は大に分明なるを得るなり然れども化學の進

歩に伴ふて構造式を用ふるも表出すべからざる事實次第に發見せらるるに至れり此等の必要に應ずる爲めに構造式が更に如何なる進化を爲せしやは後篇に至り説明すべし

### 第十章 溶液

#### 第一節 溶液

一三四 爰に水と水蒸氣と共存して密閉せる器を滿せり而して水は其の下部を占めて一定の體積を有し水蒸氣は其の上部を占めて一定の體積を有せり斯の如き場合には化學上  $H_2O$  なる式を以て代表する一種の物質が液體なる水と氣體なる水蒸氣との二相を爲せりといふ相 Phase とは物質系に於て空間を區劃して占領するものの謂なり零度の溫度に於ては  $H_2O$  なる物質は氷水及び水蒸氣なる三相を爲して共存し得るなり而して氷の如きを固相といひ水の如きを液相といひ水蒸氣の如きを氣相といふ相の種類は此の三者の外に出てず彼の水飴の如き彈性ゴムの如きものは粘性多き液相と看做すべきのみならず

化學上より見て物質系が二種以上の物質(即ち成分)より成れる場合にも尙ほ相なる語を使用し得るなり例へば水と硝子が一系を爲せる場合には水は其の液相にして硝子は其の固相なり  
一三五 水と硝子との例に於けるが如く二種以上の成分が互に混合せざる時は系は二個以上の相を有するを勿論なり斯の如く二個以上の相が成立せる系を多相系 Heterogeneous System とし成分が唯一種にして一の状態を呈せる場合及び二種以上の成分あるも總て一様に混和する場合には其の系を單相系 Homogeneous System とし液體なる水のみを取り考へたる場合には單相系を爲せるを勿論なり又之に砂糖を溶解するも尙ほ單相系を爲せり砂糖の量が甚だ多くして水が悉く之を溶す能はざるに至り始めて固液二相を有する多相系と爲るなり  
一三六 混合物に二種の別ありしは單相系を爲す能はざるものにして例へば砂と水とを混む若くは氷と砂とを混じたるが如し是等は器械的混合物若くは多相混合物と稱するを得べし一は單相系と爲り得べきものにして例へばアルコールと水との混合物若くは砂糖と水との混合物の如し此の如き混合物を名



つけて溶體 Solution といふ多相系に於ける或一相が二種以上の成分より成れる場合には其の溶體なるを論を俟たず溶體にも亦氣液固の三種を別つを得べし。諸種の氣體は任意なる割合に混合するものなれば物質系に於て氣體は唯一相を爲すべきのみ換言すれば二種以上の氣體が一系中に共存すれば必ず溶體を爲すべし而して其の相混合するを防がんと欲せば障壁を設けて之を隔離するを要す然れども斯の如くせば二氣は既に一系中の物に非ざるなり。固狀の溶體は稍新しき概念なれども其の實例は極めて多し種々なる鹽物の如きは規則正しく結晶せるものと雖も單一なる化合物若くは單體化學種より成れるもの少く概ね種々なる物質の一樣なる混合物なれば固狀の溶體と認めざるべからず又種々なる同形體の混合結晶體及び合金の如きも其の例なり。液狀の溶體は之を溶液と稱す吾人が講究せんとする化學的變化の大多數は溶液中に於て起るものなれば溶液に就きて明確なる知識を有するは特に重要なりとす。

一三七 溶液は種々にして成立するをあり例へば鹽化水素が水蒸氣に逢ふて發

煙するは液狀の鹽酸を造るに由れり此の場合には二種の氣體が相合して溶液を造れるなりアムモニヤを硝酸アムモニウヤ上に通すばれ一種の混合液體を生ず是れ氣體と固體とが相逢ふて溶液を造るの例なり石油の下に於て新に切りたるナトリウムとカリウムとを接觸すれば水銀の如き液狀の合金と爲る是れ二種の固體が相逢ふて溶液を生ずるなり其の他氣體若くは固體が液體に溶解し若くは一種の液體が他の液體と混和して溶液を造るが如きは諸子の熟知する所なれば特に例を擧げて説示するの要なかるべし。

溶液の一成分が始めより液狀を爲し他の成分が液狀を爲さざる場合には其の液狀を爲せるものを溶媒と稱し液狀を爲さざるものを溶質といふ即ち食鹽の水溶液に在ては食鹽は溶質にして水は溶媒なり又兩成分が始めより液狀を爲せる場合には其の多量に存在するものを溶媒とし他を溶質と認むるを常とす其の他の場合に於ては孰の成分を溶媒と認むべきかは講究の事情に隨ふものにして豫め規定し難し。

氣狀の溶體及び固狀の溶體に於て一種の氣體若くは固體を溶媒と看做すべき場

合なり。おぼらざるが本講義に於ては溶媒なる語は液體に限る。之を用ふべし。其の物質の濃度 Concentration とは單位の體積中に於ける其の物質の瓦分子の數をいふ。而して其の單位を以て體積の單位とする。常とす。單純なる氣體の一瓦分子は零度一氣壓の時、二二四立の體積を有せり。故に其の一立中に存する瓦分子の數は二二四分の一。なれば其の濃度は、 $\frac{1}{224} \times 1000 = 0.446$  モルなり。又空氣は體積二割一分の酸素を含むが故に、溫度七壓力 P なる時は空氣中に於ける酸素の濃度は、 $\frac{1}{11} \times 1000 = 90.9$  モルなり。又空氣中の酸素の濃度は、 $\frac{1}{11} \times 1000 = 90.9$  モルなり。又空氣中の酸素の濃度は、 $\frac{1}{11} \times 1000 = 90.9$  モルなり。

$$C = \frac{P}{760} \times \frac{273}{273 + t}$$

なるを知る。是は往々溶解を度外に置き、溶質の濃度を以て直に溶液の濃度と稱する。常とす。例へば、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の分子量は二七、なれば一立中に二七瓦の  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を含むが故に、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の濃度は、 $\frac{27}{224} \times 1000 = 120.5$  モルなり。又空氣中の酸素の濃度は、 $\frac{1}{11} \times 1000 = 90.9$  モルなり。又空氣中の酸素の濃度は、 $\frac{1}{11} \times 1000 = 90.9$  モルなり。又空氣中の酸素の濃度は、 $\frac{1}{11} \times 1000 = 90.9$  モルなり。

充分に空氣に接觸せる水中に在ても溶解せる酸素の濃度は僅に 0.00026 モルに過ぎざるなり。

一瓦分子の物質を占領する體積を其の物質の稀釋度 Dilution とし、濃度の相反數 Reciprocal にして幾立と呼ぶ。例へば零度一氣壓の時、單純なる氣體の稀釋度は、 $\frac{224}{1} = 224$  立なり。又百立方厘米中に一瓦の  $\text{NH}_4\text{OH}$  を含める  $\text{NH}_4\text{OH}$  の稀釋度は一七立なるを明なり。

一三九 一定の溫度に於て固體が液體に溶解する量には一定の限あるを常とす。例へば零度の時、百瓦の水は一三三瓦の硝石  $\text{NaNO}_3$  を溶解するに過ぎず。硝石が之より多量なる場合には溶解せずして残留するなり。此の如く事情の許す限り多量の溶質を含有するを飽和溶液といふ。而して飽和溶液の濃度を其の溶質の其の溶媒に於ける溶解度といふ。零度に於ける硝石の飽和水溶液は其の密度一〇七四なれば一立中に一四三瓦の硝石を含有せり。而して硝石の分子量は一〇二。なれば其の水に於ける溶解度は一四二モルなるを知るべし。溶解度は又百瓦の溶媒中に溶解すべき溶質の最大量を以て之を表するをあり。此の方に隨へば零度の

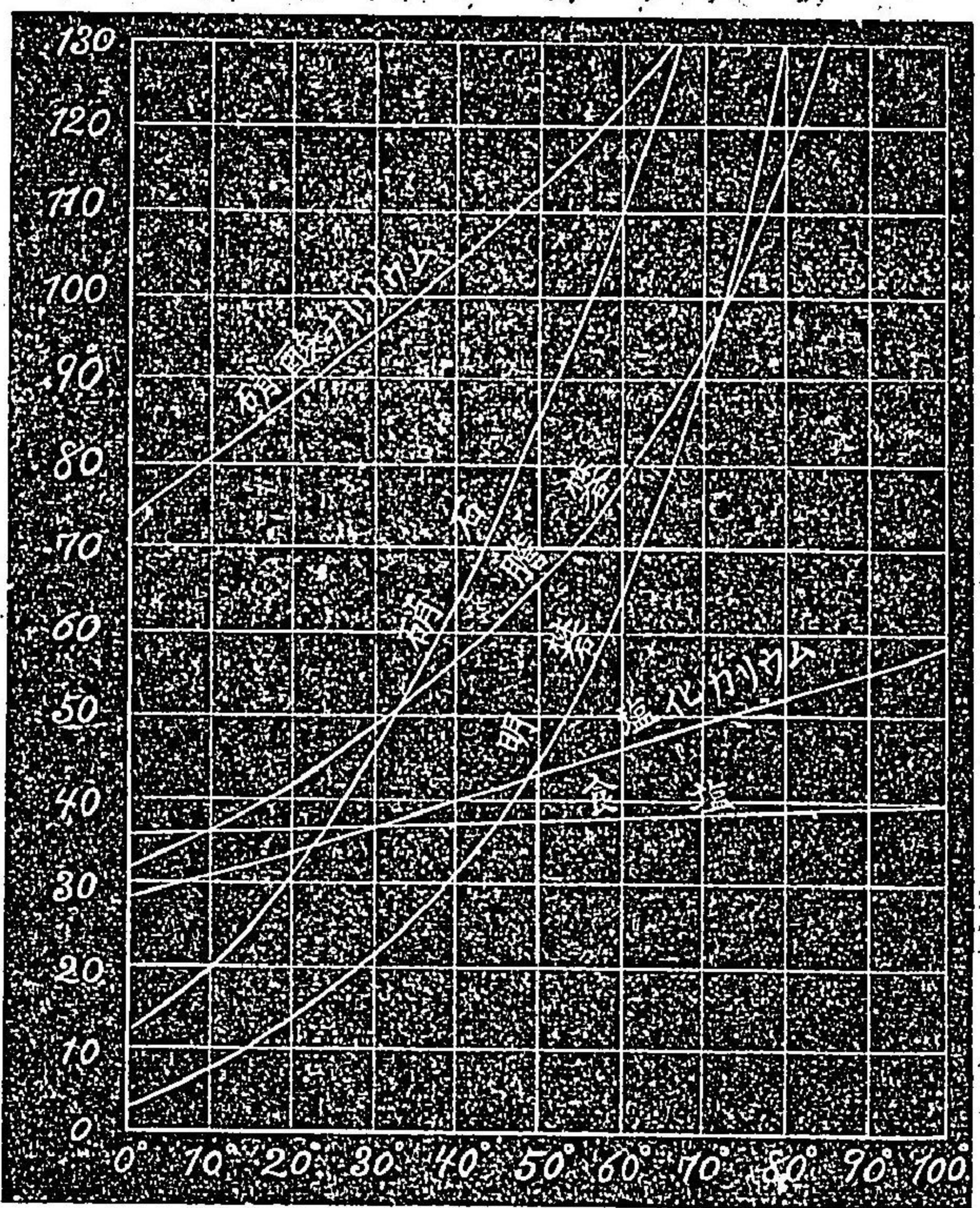
時硝石の水に於ける溶解度一三三なり溶解度が甚だ小なる場合には溶液の密度は純粹なる溶媒の密度と殆ど相均ければ一々飽和溶液の密度を測定せざるも溶媒の密度と飽和溶液に於ける溶質の割合を知れば直に其の濃度を推知し得るが故に濃度に由りて溶解度を表するを便とす之に反して溶解度大なる場合には後方を用ふるを常とす

一四〇 固體の液體に於ける溶解度は温度の上昇するに隨て増加するを常とす例へば百量の水が溶解し得る硝石の量が温度の上昇に伴ふて變化するを左表に示すが如し

|        |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|--------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 温度     | 0°   | 10°  | 20°  | 30°  | 40°  | 50°  | 60°   | 70°   | 80°   |
| 硝石の溶解度 | 13.3 | 20.0 | 31.2 | 44.5 | 63.0 | 85.0 | 110.0 | 139.0 | 172.0 |

第五十七圖は普通なる二三の鹽類の水に於ける溶解度と温度との關係を示せし温度の上昇するに隨て溶解度の減少するもの亦間々之あり例へば消石灰(水酸化カルシウム  $\text{Ca(OH)}_2$ )の飽和溶液の濃度は零度に於ては〇〇二四モルなれども四〇度に於ては〇〇一五モルと爲り一〇〇に至れば〇〇一モルに減ず

圖七十五第



其の體積三十分一の水を溶解するなり一種の液體が他の液體に於ける溶解度と温度との關係は稍複雑なるものあり然れども概して之を言へば温度の上昇する

一四一 二種の液體は水とアルコールの如く若くは石油と菜種油の如く任意の割合に混和するものあり又石油と水との如く互に溶解するを極めて微なるものあり又水とエーテルとの如く稍相溶解するものあり即ち水は大約其の體積十分一のエーテルを溶解しエーテルは

に隨て溶解度を増すを常とす

一四二 固體及び液體は壓力の増加に由りて收縮するを極めて小なるものなれば其の溶解度も亦壓力の影響を蒙るを甚た少なければ爰に講説する必要なかるべし之に反して氣體の濃氣は直に壓力に比例するものなれば其の液體に於ける溶解度も亦大に壓力の影響を蒙るなり而して之を實驗に徴するに實に左の如き簡單なる關係あるを看る

氣體の液體に於ける溶解度は其の壓力に比例せり  
例へば零度の時酸素の壓力一氣壓ならば其の飽和水溶液の濃度は〇・〇〇二二モルにして壓力二氣壓なる時は其の濃度〇・〇〇四四モルなるが如き是なり之をヘンリーの定律(Henry's Law)とす

或人の測定したる所に據れば無水炭酸の水に於ける溶解度と壓力との關係は左の表に示すが如し而して溶解度と壓力との比は殆ど一定不變なるを看るなり此の實驗を行ひたる温度は蓋し一二度左右なるべし

|         |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 壓力 (氣壓) | 1.065 | 1.696 | 2.634 | 3.177 | 4.092 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|

|         |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 溶解度(モル) | 0.018 | 0.032 | 0.049 | 0.063 | 0.080 |
| 比       | 0.187 | 0.490 | 0.492 | 0.490 | 0.490 |

講者は右の如き氣體の溶解度と其の壓力との比を溶解係數と名づけんと欲す此の係數は一定の温度に於て一種の氣體と一種の溶媒とに就ては一定不變なるものにして既に此の係數を知れば任意なる壓力の許に於て其の氣體の溶解度を算出し得るなり

又氣體の濃度は壓力に比例するものなれば溶液に於ける濃度と氣體の濃度との比が壓力の如何に關らず一定不變なるを明なり隨て溶媒の體積Vと其の吸収し得る氣體の體積vとの比v/Vは一定の温度に在ては壓力の強弱に論なく一定不變なるを知るべし化學大家オストワルドは此の比を吸收係數と名づけたり  
氣體の溶解係數は温度の上昇するに隨ひ減少するものなること次頁の表に示すが如し

鹽化水素アムモニア等の如く甚だ水に溶け易き氣體は一見ヘンリーの定律に従はざるが如しと雖も精密に之を討究せば是等も亦善く此の定律に合ふものなる