

263.7

126



始



石澤吉磨著



家事實驗法

大正  
14. 10. 6  
內交

東京 目黒書店發兌

## 序

家事の學習指導に實驗を加味すべしとの要求が、前年來盛に唱導せられつつあるは何故であらうか。これ蓋し學習者をして單に知識及び技術の結果をのみ獲得せしむるに止まらず、其の結果に到着する過程に大なる教育的効果を認めたるが故に外ならぬのである。

思ふに家事學習の効果を永遠に大ならしむる所以の途は、單に眼前即時の實用にのみ眩惑して、徒に其の知識を注入し技術を模せしむるには非ず。其の智識に到着する途上の論理的考察を尊重し、それと技術との内部的關係を味ひ、以て知識と技術との必然的結合を圖るにありと信ずる。これ即ち

取りも直さず自然科学的研究法であつて、家事學習はかくの如くにして始めて文化の發達や環境の變化に順應し、自在の工夫を以て、其の効果を永遠に大ならしめ得るのであらう。家事實驗は家事學習をして自然科学的ならしむる爲めの第一歩である、吾人はこの第一歩を踏まずしては、如何にして過去の經驗的家事に科學的洗練を加へ得るであらうか。本書はこの希望の下に家事學習上に適用し得べき幾多の實驗を述べ、以て指導者の参考と研究者の資料たらしめんことを期したものである。

大正十四年九月

於奈良 著 者 誌

# 指導習 家事實驗法

## 目次

**第一章 基礎實驗**.....一

**第一節 長さの測定**.....一  
糸尺にて直線の長さの測定、スライドキヤリマーにて二錢銅貨の直径の測定、二錢銅貨の圓周の測定。

**第二節 面積の測定**.....一〇  
方眼紙を用ひて三角形の面積の測定、方眼紙を用ひて圓の面積の測定。

**第三節 體積の測定**.....一五  
刻度圓筒を用ひてフラスコの容積の測定、ビュレットを用ひて固體の體積の測定、ピッカーを用ひて固體の體積の測定。

**第四節 硝子細工**.....二四  
ブンセン燈の取扱、硝子管又は硝子棒を切る法、硝子管を曲げる法、硝子棒に

尖口又は尖端を造る法、硝子管の一端を閉づる法、硝子管端に球を造る法。

第五節 木栓細工……………三四

木栓に硝子管を貫ぬく法、洗滌瓶を組立つる法。

第六節 天秤の取扱……………三八

天秤の整理及び検査法、靜止法による天秤使用法、振動法による天秤使用法。

## 第二章 水……………四九

第一節 天然水は溶液である……………四九

第二節 飲料水の物理的検査……………五四

第三節 飲料水中のアンモニヤ分の検査……………五九

第四節 飲料水中の亞硝酸分の検査……………六二

第五節 飲料水中の硫化水素分の検査……………六五

第六節 飲料水中の鹽酸分の検査……………六九

第七節 飲料水中の硝酸分の検査……………七二

第八節 飲料水中の硫酸分の検査……………七五

第九節 飲料水中の有機物の検査……………七八

第十節 飲料水中の硬度の検査……………八二

第十一節 飲料水中の蒸發殘滓の検査……………八六

第十二節 洗濯用水の鐵分の作用……………八九

第十三節 洗濯用水の鐵分の検査……………九七

第十四節 酸類を含める洗濯用水の石鹼に及ぼす作用……………一〇一

第十五節 食鹽を含める洗濯用水の石鹼に及ぼす作用……………一〇五

第十六節 金屬鹽類を含める洗濯用水の石鹼に及ぼす作用……………一一一

第十七節 洗濯用水の石鹼消費力の測定……………一一七

第十八節 洗濯用水の一時硬度の測定……………一二〇

第十九節 洗濯用水の永久硬度の測定……………一二七

第二十節 濾水器に於ける砂の濾過效力の比較……………一三五

第二十一節 濾水器に於ける木炭の濾過效力……………一四一

第二十二節 洗濯用水の軟化法……………一四四

第三章 洗濯劑

第一節 炭酸ナトリウムの結晶水 ..... 一五一

第二節 炭酸ナトリウムの加水分解 ..... 一五七

第三節 炭酸ナトリウム液の脂肪乳化作用 ..... 一六二

第四節 灰汁の浸出による粗炭酸カリウム分の證明 ..... 一六六

第五節 石鹼中の遊離アルカリの検査 ..... 一七二

第六節 石鹼中の遊離脂肪の検査 ..... 一七七

第七節 石鹼中の炭酸ナトリウムの検査 ..... 一八一

第八節 石鹼中の澱粉及び白土の検査 ..... 一八五

第九節 石鹼の加水分解 ..... 一八八

第一〇節 石鹼溶液の脂油乳化作用(一) ..... 一九二

第一一節 石鹼溶液の脂油乳化作用(二) ..... 一九五

第一二節 石鹼溶液の脂油乳化作用(三) ..... 一九八

第一三節 石鹼溶液の表面張力の測定 ..... 二〇二

第一四節 炭酸ナトリウム・灰汁・石鹼の洗濯能力の比較 ..... 二〇六

第四章 漂白劑

第一節 鹽素の漂白作用 ..... 二一一

第二節 鹽素水より酸素の遊離 ..... 二一四

第三節 鹽素水の酸化作用 ..... 二一七

第四節 残留鹽素の沃化カリ澱粉に及ぼす作用 ..... 二二〇

第五節 次亜硫酸ナトリウムの鹽素消し作用 ..... 二二二

第六節 漂白粉液と酸との作用 ..... 二二五

第七節 漂白粉液の漂白作用 ..... 二二七

第八節 無水亜硫酸の漂白作用 ..... 二三一

第九節 無水亜硫酸による麥藁帽の漂白 ..... 二三三

第一〇節 酸性亞硫酸ナトリウムと酸との作用 ..... 二三五

第一一節 過酸化水素より酸素の發生……………二三七

第一二節 過酸化ナトリウムより過酸化水素の生成……………二三九

第一三節 過酸化水素と酸性亞硫酸ナトリウムを用ひて麥藁帽の漂白……………二四二

第一四節 過マンガン酸カリウムの漂白作用……………二四五

第一五節 過マンガン酸カリウムを用ひて麥藁帽の漂白……………二四八

第一六節 ハイドロサルファイトの還元作用……………二五〇

第一七節 ハイドロサルファイトを用ひて綿布の拔色……………二五二

第五章 織物纖維……………二五五

第一節 木綿麻絹羊毛纖維の酸によりて受くる危害度……………二五五

第二節 木綿纖維の弱酸によりて受くる變化……………二五八

第三節 木綿纖維の強酸によりて受くる變化……………二六一

第四節 木綿纖維の弱アルカリによりて受くる變化……………二六四

第五節 木綿纖維の強アルカリによりて受くる變化……………二六七

第六節 絹纖維の酸によりて受くる變化……………二七〇

第七節 絹纖維のアルカリによりて受くる變化……………二七三

第八節 羊毛纖維の酸によりて受くる變化……………二七六

第九節 羊毛纖維のアルカリによりて受くる變化……………二七九

第一〇節 植物性纖維と動物性纖維の燃焼による鑑識法……………二八二

第一一節 木綿麻絹及び羊毛の化學的鑑識法……………二八五

第一二節 木綿麻絹及び羊毛の檢鏡的鑑識法……………二八七

第六章 染料……………二九一

第一節 各種染料の所屬の分類の鑑識……………二九一

第二節 直接染料の酸に對する性質……………二九五

第三節 直接染料の木綿纖維に對する性質……………二九八

第四節 直接染料木綿染に於ける助劑の作用……………三〇〇

第五節 直接染料木綿染の硫酸銅後處理作用……………三〇三

第六節 直接染料木綿染の重クロム酸後處理作用……………三〇五

第七節 鹽基性染料のアルカリに對する作用……………三〇七

第八節 鹽基性染料の木綿絹羊毛纖維に對する作用……………三〇九

第九節 鹽基性染料絹染に於ける酸の作用……………三一二

第一〇節 鹽基性染料のタンニン酸に對する作用……………三一五

第一一節 鹽基性染料木綿染の方法……………三一八

第一二節 酸性染料の木綿及羊毛に對する作用……………三二一

第一三節 アリザリンのアルミニウム明礬に對する作用……………三二五

第一四節 アリザリン赤絹染の作用……………三二八

第一五節 バット染料染の作用……………三三一

### 第七章 汚點拔……………

第一節 揮發油・ベンゼン・アルコールの沸點の檢査……………三三五

第二節 ベンゼン石鹼の性質……………三三八

第三節 揮發油・ベンゼンの脂油溶解作用……………三四一

第四節 アルコールの有機物溶解作用……………三四三

第五節 水酸化アルカリのベレンスに對する作用……………三四五

第六節 アンモニヤ水の紅に對する作用……………三四七

第七節 漆酸の鐵錆に對する作用……………三四九

第八節 漆酸の沒食酸及タンニン酸第二鐵に對する作用……………三五三

第九節 漆酸及漂白粉の黑色インキに對する作用……………三五三

第一〇節 餘色の色消作用……………三五八

### 第八章 燃焼……………

第一節 引火點及發火點の測定……………三六一

第二節 發火點は物質に依て異なる……………三六四

第三節 焰は氣體の燃焼によりて生ず……………三六六



第四節 焔の構造及び溫度……………三六九

第五節 炭七輪の使用法による熱效率……………三七二

第六節 炭七輪の大きさによる熱效率……………三七七

第七節 炭七輪の種類による熱效率……………三八二

第八節 鍋の種類による熱效率……………三八五

第九節 鍋の種類による沸騰點に達する早さ……………三八八

第一〇節 食品の發熱量……………三九一

第九章 炭水化物……………三九五

第一節 馬鈴薯澱粉の採取……………三九五

第二節 小麥澱粉の採取……………三九七

第三節 澱粉の形狀……………四〇〇

第四節 澱粉の糊化……………四〇三

第五節 澱粉糊の沃素反應……………四〇六

第六節 馬鈴薯の灰分……………四〇八

第七節 馬鈴薯を煮たる時の變化……………四一〇

第八節 馬鈴薯の煮料理による栄養分の損失……………四一三

第九節 澱粉のデキストリン變化……………四一六

第一〇節 葡萄糖麥芽糖乳糖の還元作用……………四一八

第一一節 澱粉の消化……………四二〇

第一二節 澱粉より飴の製造……………四二三

第一三節 甘蔗より蔗糖の採取……………四二五

第一四節 蔗糖の轉化作用……………四二七

第一五節 キャンデーの製造……………四二九

第一六節 キヤラメルキャラメルの製造……………四三一

第一七節 牛乳中の乳糖の檢出……………四三二

第一八節 果實汁中の還元糖の鑑識……………四三四

第一九節 果實汁中の還元糖の定量……………四三六

第二〇節 果實汁中の酸分の鑑識……………四三八

第二一節 果實汁の酸分の定量……………四四〇

第二二節 炭水化物の成分……………四四三

第二三節 パン焼用ベーキングソーダ……………四四五

第一〇章 脂肪……………

脂肪……………

……………四四九

第一節 脂肪のアルカリ液による乳化作用……………四四九

第二節 脂肪のアルカリ液による鹼化作用……………四五一

第三節 脂肪の融解點……………四五三

第四節 脂肪及び油の高温度に於ける分解……………四五五

第五節 揚物料理と揚物材料の水分との關係……………四五七

第六節 バターの検査……………四五九

第一章 蛋白質……………

蛋白質……………

……………四六三

第一節 蛋白質の沈澱反應……………四六三

第二節 蛋白質の呈色反應……………四六五

第三節 蛋白質の熱分解……………四六七

第四節 卵黃卵白の凝固温度……………四六九

第五節 卵白の消化……………四七一

第六節 牛乳の衛生警察的検査……………四七三

第七節 牛乳の防腐劑の検査……………四七六

第八節 生乳と煮沸乳との鑑別……………四七九

第九節 牛乳の成分の分離……………四八一

第一〇節 煉乳の検査……………四八三

第一一節 牛肉を水煮したる時の變化……………四八五

第一二章 調味品……………

調味品……………

……………四八七

第一節 食鹽の化學的試驗法……………四八七

第二節	食鹽の藥物學的試驗法	四九〇
第三節	荒鹽と燒鹽との鑑別	四九二
第四節	醬油の化學的試驗	四九四
第五節	醬油の家庭的検査	四九七
第六節	味噌の化學的試驗	四九九
第七節	味噌の家庭的検査	五一〇
第八節	食酢中の醋酸分の定量	五〇二
第九節	食酢の家庭的醸造	五〇四
第一〇節	食酢の化學的試驗	五〇六

目次終

學習指導 家事實驗法

石澤吉磨 著

第一章 基礎實驗

第一節 長さの測定



第一耗尺にて直線の長さの測定。

一、目的 物體の長さを普通の指尺にて測る時視差を避けつつ、成るべく真に近き平均値を見出す方法を知らしめるのを目的とする。

二、原理 視差を避くるには、觀測の視線が紙面に垂直であるやうにすること、指尺の異なる部分にて成るべく多くの奇數回だけ測つて、其の平均値を見出すことを原理として本實驗をする。

三、材料 洋白紙、鉛筆(硬き物)、耗尺(長三〇厘、耗刻度)、ナイフ。

四、方法 (イ)、鉛筆の先端を、ナイフにて第一圖に示すが如き鑿形に削り、机上に平に延べ置きたる白紙上に、細くして且鮮明なる直線を、指尺を定規として長さ約一

〇厘位畫け。



第一圖

(ロ)、耗尺を取り、直線に沿ふて度目の左端が直線の左端に正しく一致するやうに置き、この際右眼を閉ち左眼を開き、眼と指尺の左端の度目と直線の左端とを通ぜる視線が、紙面に垂直になるやうにして視差を避ける。次に左眼を閉ち右眼を開き、頭を右方に動かし、眼と直線の右端とを通ぜる視線が紙面に垂直になるやうにして、其の視線上に相當する指尺の度目を讀む、この際度目間の端數は1/10まで目測する。この左端の讀みと右端の讀みの度目間の長さは、第一回測定の直線の長さである。

(ハ)、次に指尺を直線に沿ふて左方に少しく滑らせ、左眼を以て視差を避けつつ直線の左端に相當する指尺の度目を讀み、頭を右方に動かし右眼を以て同様に直線

の右端に相當する指尺の度目を讀む。この兩度の讀みの度目間の長さは、第二回測定の直線の長さである。

(ニ)次に更に指尺を直線に沿ふて左方に少しく滑らせ、(ハ)と同様の方法で、直線の左右兩端の指尺の讀みを取る、この兩度の讀みの度目間の長さは、第三回測定の直線の長さである。

五、結果 (イ)、測定の結果を左表の相當欄に記入する。

回数	讀み		
	左端	右端	長さ
第一回			
第二回			
第三回			
平均			..... Cm

(ロ)、三回測定の長さの平均數を算出し、平均欄内に記入し、これを以て測定せし直線の長さとする。

第二、スライドキャリパーを用ひて、二錢銅貨の直径の測定。

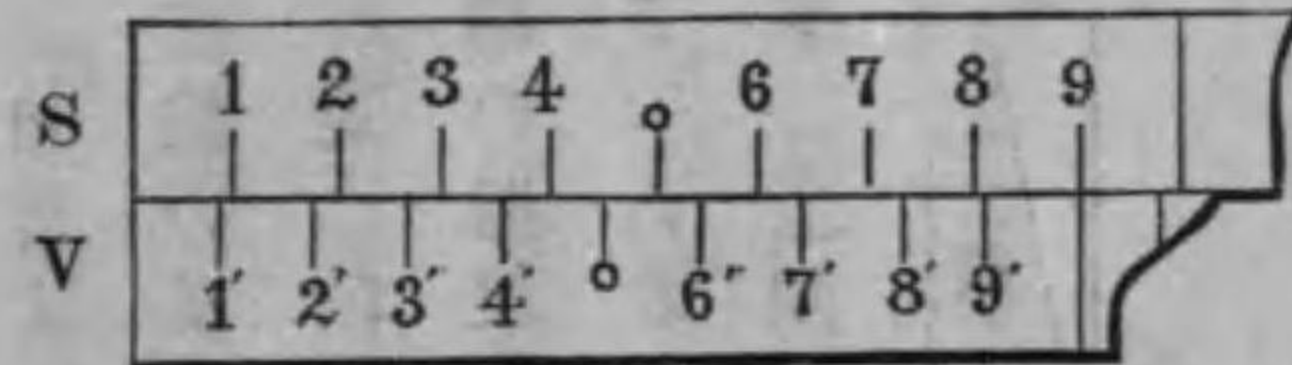
一、目的 スライド・キャリパーの用法を會得し、これを用ひて物體の長さをば最小度目の一〇分一まで正確に測定すること、及び後の二錢の銅貨の圓周の測定と相待つて、圓周率を實驗的に見出す前提を知ることとする。

二、原理

スライドキャリパーは、第二圖に示すやうに、本尺Sに沿ふて滑る副尺Vがあり、本尺の九度目を副尺では一〇度目に等分されてゐる。然らば本尺と副尺との度目に於て、1と1'との間の差は、本尺Sの最小度目の一〇分一に相當する、同様に2と2'との差は其の二倍であり、3と3'との差は其の三倍である、追ふて斯くの如く、10と10'との差は其の一〇倍即ち最小度目の一度に相當する。

今長さを測らんとする物體Mを、第三圖の如く本尺の左端に其の端を揃へて置き、副尺Vを滑らせて物體Mの右端に接せしめた時、圖に於ては物體の長さは六度目と更に幾

圖 二 第



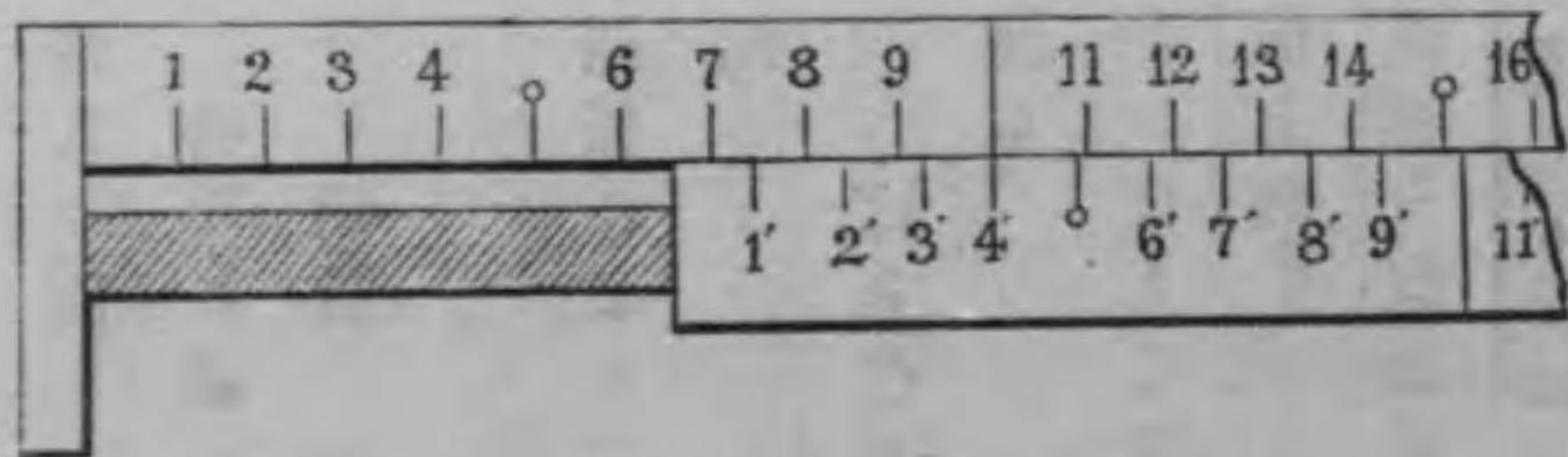
何かの端數がある、この端數を知るために、副尺の幾番目の

度目が本尺の或度目と一致して居るかを検するに、圖の場合では副尺の四番目4'は、本尺の或度目即ち10に一致して居る。依て本尺と副尺との間に於て、9と3'の間は一〇分一で、8と2'の間は一〇分二で、7と1'の間は一〇分三で、6と0'の間は一〇分四であるから、物體の長さの端數は0.4であることが知られる、然らば物體の全長は  $6.0 + 0.4 = 6.4$  である。故に本尺の最小度目は耗であるならば、物體の長さは六・四耗である。

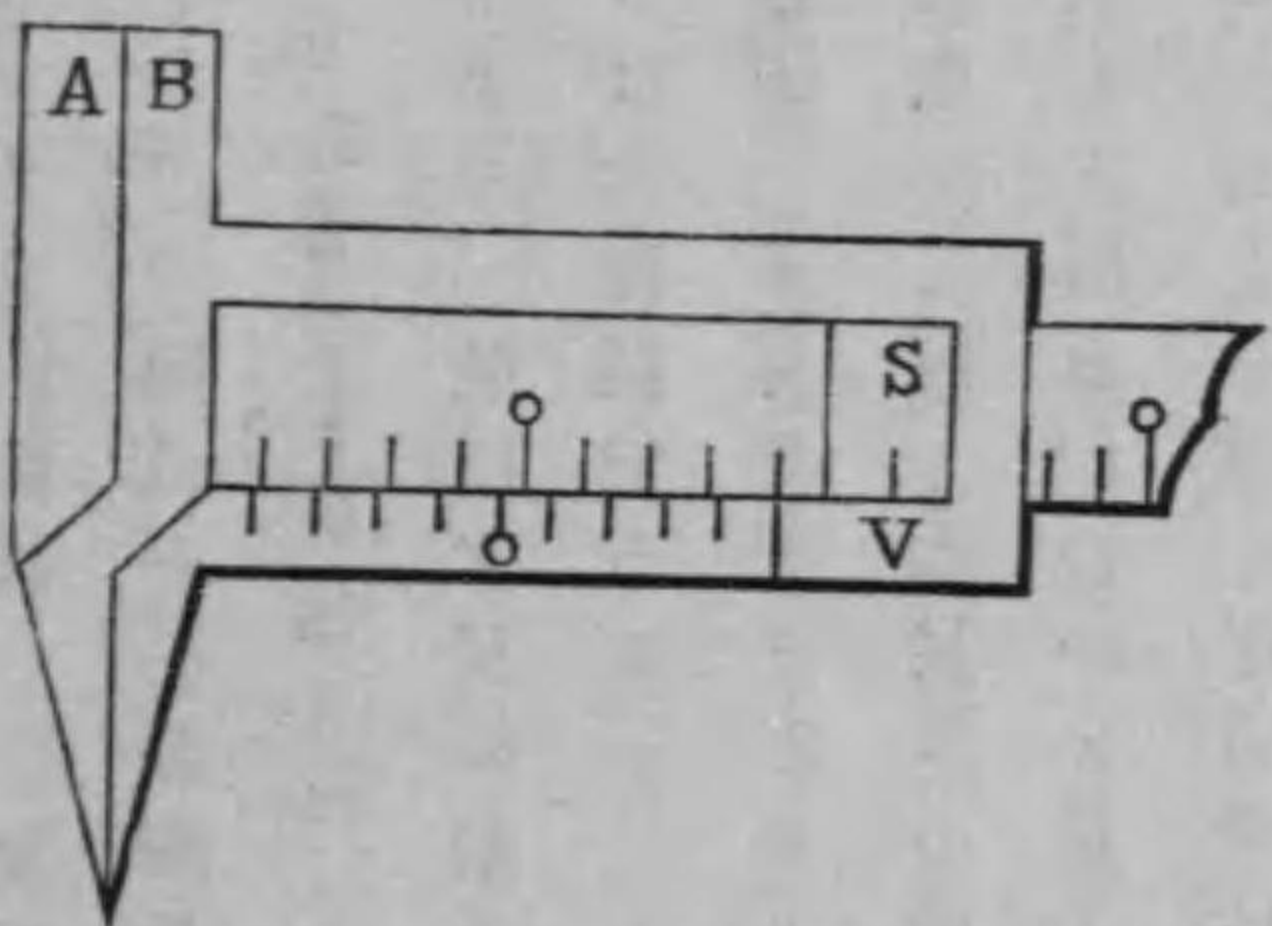
三、方法

(イ)スライド・キャリパーを取り、其の構造を第四圖に對照して檢し、本尺Sの零點と副尺Vの零點とが正しく一致して居るか否かを見よ。一致し居れば直ちに使用し得るが、若し一致し居らずばその差を豫め副尺の度目との關係で測つて置いて、實驗の結果を補正しなければなら

圖 三 第



第四圖



四結果 以上三回の測定の結果を、次表の如く整理して平均の直径を算出する。

回数	読み	直径
第一回	本尺の読み(1)	副尺の読み(1)
第二回	本尺の読み(2)	副尺の読み(2)
第三回	本尺の読み(3)	副尺の読み(3)
平均	平均	直径(平均)

- ぬ。
- (ロ) 副尺 V を圖に於ては右方に滑らせ、測らんとする二錢銅貨を直径の方向に縦に嘴 A B 間に挟み、次に副尺を徐々に左方に滑らせて銅貨に接せしめる。
  - (ハ) 次に本尺と副尺との度目の關係によりて、二錢銅貨の或方向に於ける直径を測る。
  - (ニ) 次に二錢銅貨を任意の角度例へば九〇度位廻して、他の方向に於ける直径を測る。
  - (ホ) 更に二錢銅貨を任意の角度例へば九〇度位廻して、或る他の方向に於ける直径を測る。

第二回	第二回	
第三回	第三回	
合計	平均	.....cm

第三、二錢銅貨の圓周の測定

一目的 二錢銅貨の圓周を測ることによつて、物體の太さを測定する一般法を知ると同時に、直径と圓周との長さの關係より、圓周率を實驗的に知ることを以て目的とする。

二原理 銅貨の圓周には、指尺もキヤリパーも適用し得ない、依て成るべく伸縮することなき細長き紙片をこれに巻付け、其の巻付きの長さを指尺にて測定し、この値を以て圓周の長さとする。

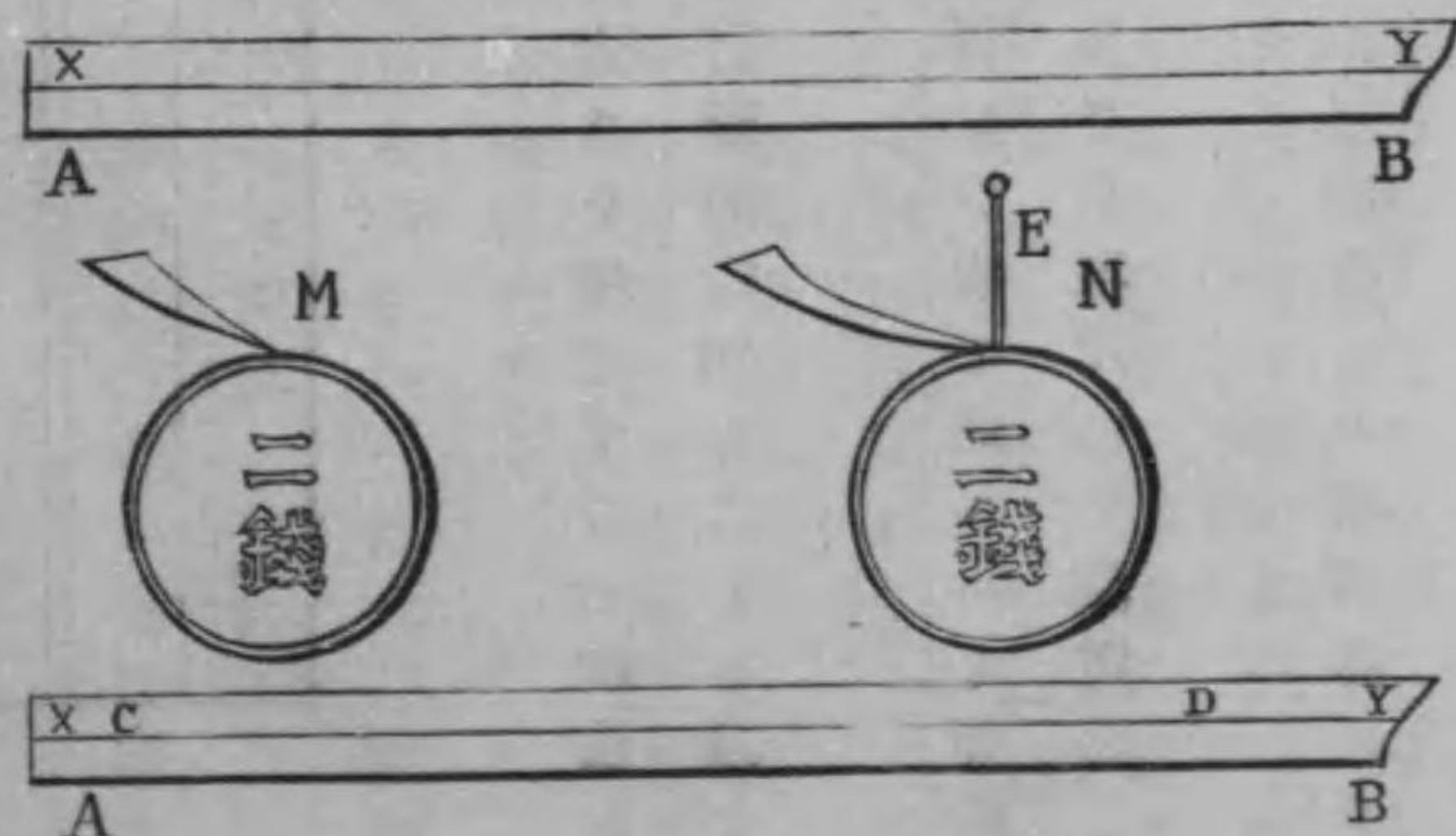
三材料 二錢銅貨、洋白紙薄くして紙質硬きもの、耗尺(約三〇厘)、ピン、兩脚器、ヌライド・キヤリパー、鉛筆(硬き物)。

四方法 (イ)洋白紙を幅三耗長二〇厘位に切取り、其の中線に縦に鉛筆にて、細くして且鮮明なる直線を書け。

(ロ)この白紙を銅貨の圓周に密合する様に、且畫ける紙上の直線が正しく重さなる様に一卷きだけMの如く卷付ける。この際卷付方強きに過ぎると紙は延び、弱きに過ぎると圓周に密合せず、依て強弱適度なることを要する。

(ハ)さて卷付けし白紙の直線XYが重なつて居る部分に、ピンEにて小孔をNの如く穿つ。

(ニ)次に白紙を銅貨の圓周より去りて机上に延ばし、ピン孔CDの二點間の直線の長さを精密に測る、其の法は第一實驗の如く指尺を用ふるか、或は兩脚器を開きて其の先端をODに一致させ、この先端の開きの間の距離をスライド・キャリ



八

パーで測つてもよい、しかしキャリパーが小形であれば不可能である。

(ハ)同様の測定を更に二回繰り返せ。

五、結果 (イ)測定の結果を左表に記入して、平均圓周を算出する。

第 一 回	第 二 回	第 三 回	平 均
第 一 回	第 二 回	第 三 回	平 均
第 二 回	第 三 回	第 一 回	平 均
第 三 回	第 一 回	第 二 回	平 均
平 均	平 均	平 均	平 均
.....m	.....m	.....m	.....m

(ロ)第二實驗の平均直径を以て、本實驗の平均圓周を除し、圓周率を算出し、理論數に比較し、若し誤差あらば誤差の原因を研究する。

## 第二節 面積の測定

### 第一、方眼紙を用ひて三角形の面積の測定

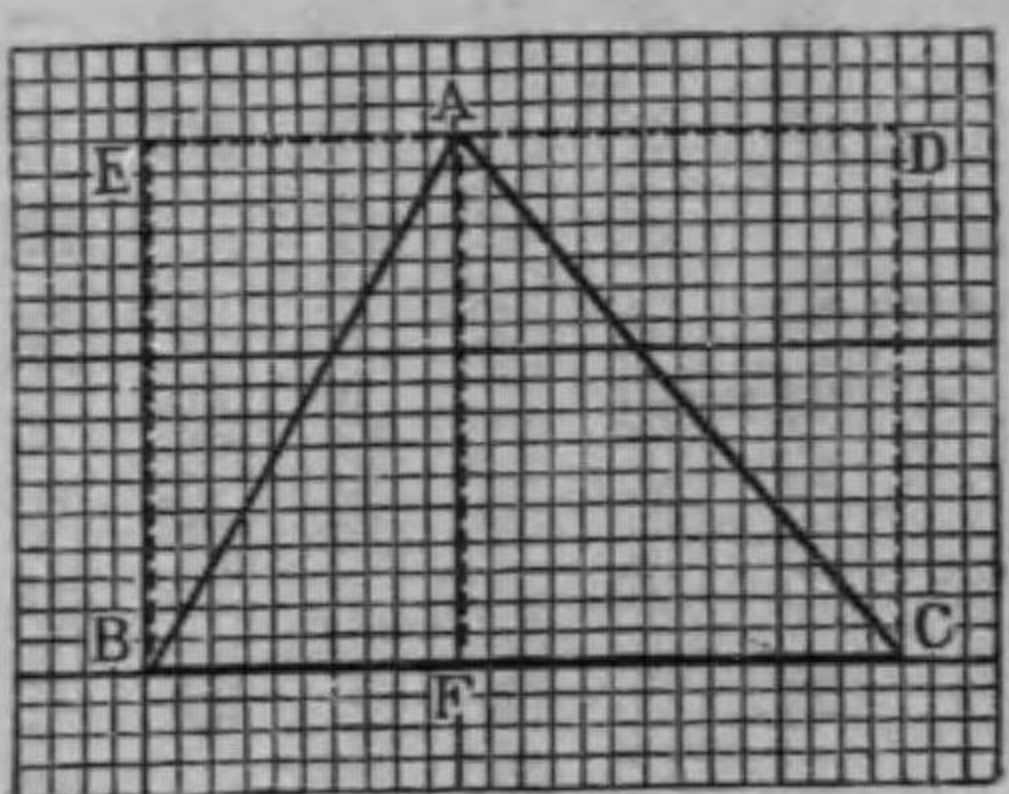
一、目的 三角形の面積を方眼紙の眼を數へて測定し、これが三角形と底邊及び高さを等しくする平行四邊形の面積の二分一に等しきことを實驗上より見出し、以て理論と實驗との一致を證明するのを目的とする。

二、原理 三角形の面積を、方眼紙の眼の數によりて數ふるには、その三角形内に包まれたる方眼紙の完全なる眼の數に加ふるに、三角形の周邊にて切られたる方眼紙の眼の數を數へ、其の二分一を以てする。何となれば、切られたる眼につきていへば、周邊外に出づる面積の大なるものと、周邊内に入りし面積の大なるものとあれども、これを平均すれば殆ど二分一と見得るによる。

### 三、材料 方眼紙(每一耗眼)、鉛筆、指尺(又は定規)。

四、方法 (イ)方眼紙を取り、其の一眼が幾耗なるかを觀察せよ、成るべくは一耗眼のものを可とする。

圖 六 第



(ロ)方眼紙上に、鉛筆にて第六圖の如く、底邊約二五耗高約二〇耗の任意の三角形 $ABC$ を、方眼紙の眼に沿ふて、細くして且鮮明なる線にて畫け。

(ハ)畫きたる三角形内に包まれたる、完全なる平方耗の數を數へ、これを $x$ とせよ。

(ニ)次に三角形の左右二邊 $AB$ 及び $CD$ によりて切られたる平方耗の眼の數を數へ、これを $y$ とし $\frac{y}{2}$ を算出

して切られたる眼の部分の三角形の面積とする。

五、結果 (イ)以上測定によりて得たる結果 $x + \frac{y}{2}$ を求めて、三角形の面積(平方耗)と爲せ。

(ロ)第六圖三角形の底邊 $BC$ の兩端より、 $BC$ に垂直に $BE$  $CD$ 線を立て、別に底邊 $BC$ に平行にして且頂點 $A$ を過ぎる直線を畫き、 $E$ 及び $D$ に於て $BE$  $CD$ 線に交りたりとすれば、 $BODE$ は平行四邊形で、其の高さは三角形 $ABC$ と同一である。

(ハ)畫きたる平行四邊形の面積を、方眼紙の眼の數を數へて見出し、これを $a$ とせ



よ。

(ニ)次に相隣れる二邊例へばBE BCの長さを方眼紙の眼によりて測り、其の相乗積を求めて平行四邊形の面積の理論數を計算し、これをbとせよ。

(ホ) aとbとを比較して實驗數と理論數との一致するか否かを檢せ、若し一致せずば、その誤差の原因を考察せよ。

(ハ)次に三角形の面積 $\frac{1}{2}ab$ と平行四邊形の面積とを比較して其の比を見出せ、其の比は、 $\frac{1}{2}$ なる値を有するか、若し有せずとせば、その誤差の原因を考察せよ。

### 第二、方眼紙を用ひて圓の面積の測定

一、目的 方眼紙の眼の數によりて、或る半径の圓の面積の實驗數を見出し、これと理論數とを比較して誤差の%を知り、更に或る他の半径の圓につきて同様の實驗をなし、誤差の%は半径の大なる圓に於て小なること、及び其の小なる理由を考察するのを目的とする。

二、原理 圓周内に包まれたる完全なる方眼紙の眼の數 $x$ と、圓周にて切られたる眼の數の二分一即ち $\frac{y}{2}$ との和を以て、求むる圓の面積とすることは、三角形の

面積を求むる場合と同一原理である。

三、材料 方眼紙(每一耗)、鉛筆、兩脚器、指尺(耗)。

四、方法 (イ)兩脚器を用ひ、方眼紙上に第七圖の如く、半径約五耗の圓を、細くして且鮮明なる線にて畫け。

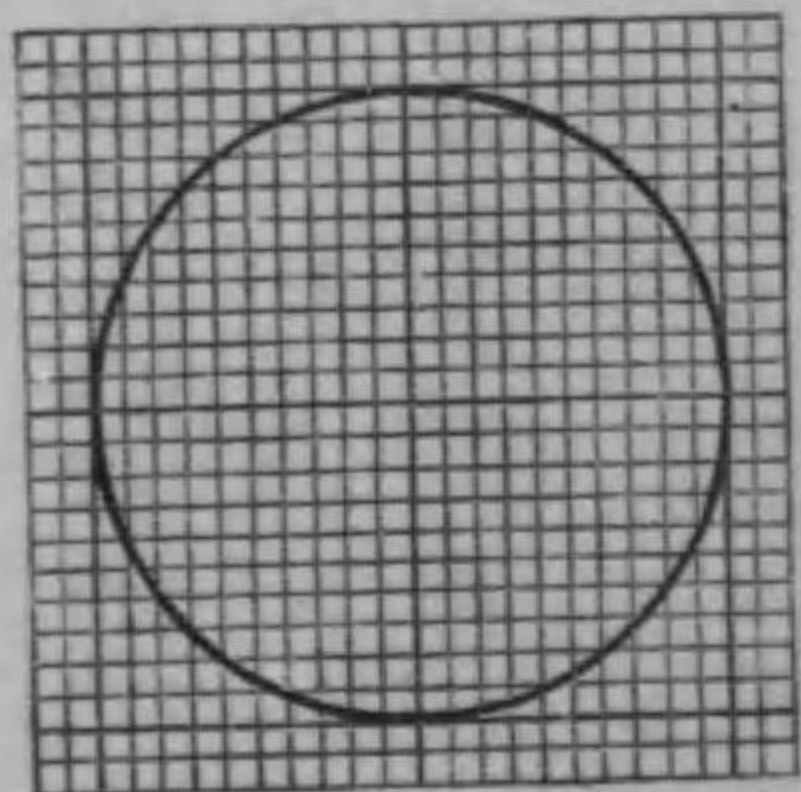
(ロ)圓周内に包まれたる完全なる眼及び切られたる眼の數によりて、前實驗の如く總面積を見出せ。

(ハ)次に半径一〇耗の圓を方眼紙上に畫き、同様の方法にて其の總面積を見出せ。

(ニ)次に半径一五耗の圓を方眼紙上に畫き、同様の方法にて其の總面積を見出せ。

五、結果 (イ)以上の實驗によりて得たる三回の結果を、次表に整理して各圓の面積を記入せよ。

第七圖



回数	値					
第一回		×	$\frac{1}{2} \times$	實驗數 $(\frac{1}{2} \times)$	理論數 $(\frac{1}{2} \times)$	誤差 %
第二回						
第三回						

(ロ) 誤差の%は、半径の大なる圓に於て、小なる圓よりも少なき理由を考察説明することは、物理學測定實驗上極めて必要であるから、各自これを努むべきである。

### 第三節 體積の測定

#### 第一、刻度圓筒を用ひてフラスコの容積の測定

一、目的 フラスコの内容積を測定することに依て、一般容器の内容積測定法を會得させ、家事作業上の用に供することを以て目的とする。

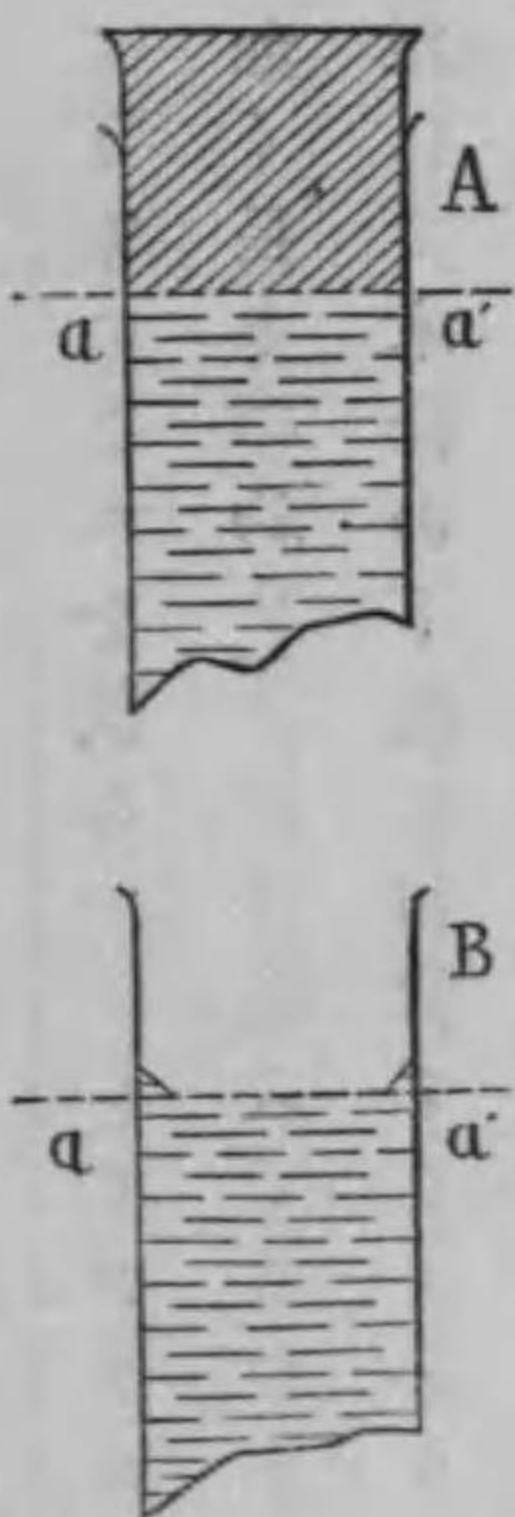
二、原理 フラスコに水を滿たし、次にこの水を内容積既知の刻度圓筒に移して水の體積を測り、測りたる水の體積を以てフラスコの容積とする。

三、材料 1) 立平底フラスコ、木栓、木栓壓搾器、細き銅線(又は細絲)、刻度圓筒(内容五〇〇㏄每一㏄刻度)、ビベット(小形)。

四、方法 (イ) フラスコを取り、其の口徑より稍大なる直徑の木栓を選定し、木栓壓搾器にて丁寧にこれを軟らかにしてフラスコの口に嵌め込む、この際木栓は第八圖Aの如く、長さの約 $\frac{2}{3}$ だけ嵌入するやうにする、かくせざれば氣密でない。

(ロ) 銅線にて木栓の下端に相當するフラスコの頸部に指標aaを着けて木栓を抜き去る。

圖 八 第



(ハ)次に水面が指標に一致するまでフラスコに水を入れる、この際水面はBの如く周囲の硝子壁に沿ふて昇り、水面は毛管現象のため凹形を呈す、依て指標と眼とを通ずる視

線が水平線になるやうに視たる時凹形の中央部が圖の如く指標に一致すればよい。若し水面が指標より低ければ、ビベットにて水をフラスコ内に点滴し、水面が指標より高ければ、ビベットにて水をフラスコ内より取去り、遂に一致するに至つて止む。

(ニ)フラスコ内の水を、丁寧に餘滴なきに至るまで、刻度圓筒に移し、(ハ)と同様に水平の方向から水面に一致せる刻度を読む、この際水面の高さが圓筒の最小度目の中間にあらば、最小度目の $\frac{1}{10}$ までを目測する。若し圓筒五〇〇蚝以下のものでフラスコの水を數回に分割して體積を測ると、誤差が大きくなるから注意を要する。

(ホ)以上の實驗を、同一フラスコにつきて、更に二回繰返す。

五結果 以上三回の實驗の結果を、次表の如く整理して、平均容積を算出せよ。精密を要する時は、當時の水溫を測り、器の膨脹係數に依て零度の容積に改算する、かくして得たる値は指標以下のフラスコの容積である。

フ	容	回	第	第	第	平	均
ラ	積	數	一	二	三	回	
ス							
コ							

第二、ビウレットを用ひて固體の體積の測定

一、目的 水に溶解せず、而かも水よりも重き固體の體積を、水と置換法に依つて測定し、實驗數と理論數と一致するか否かを檢し、一般固體の體積測定の一法を知るのを目的とする。

二、原理 刻度圓筒に或る度目まで水を入れ、次に體積を測らんとする物體を水中に沈めし時の水面の昇りによりて物體の體積を知るか、或はビーカー内にある靜止せる水中に物體を沈め、水面の高さの昇りを知り、この第二の水面まで水面を

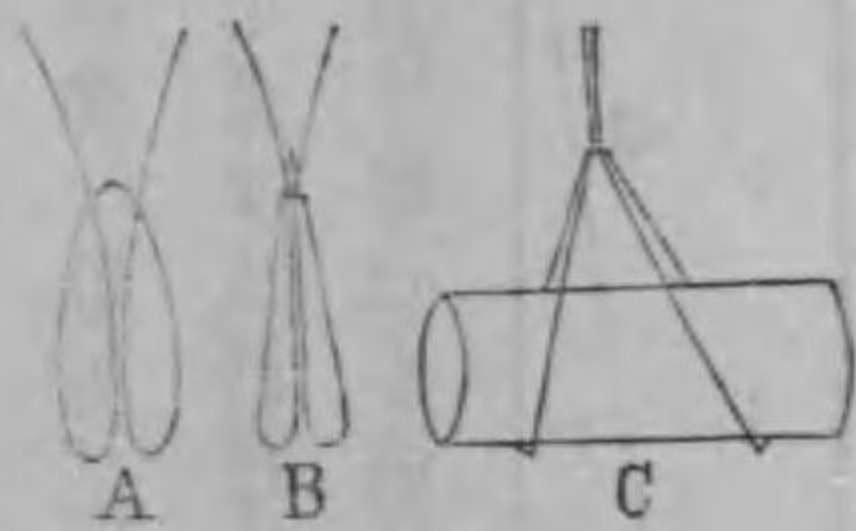
昇すに要する水量をピウレットにて測りて、物體の體積とする。

三、材料　ピウレット、眞鍮棒(直徑約一厘長約四厘)、ビーカー(直徑五—一〇厘)、絹絲、洋白紙片、ナイフ、鉛筆、水、刻度圓筒細銅線又は細絲。

四、方法　(イ)金屬棒が刻度圓筒内に入るならば、先づ刻度圓筒の或る度目まで精密に水を入れ、次に金屬棒を絛絲にて吊下げ水中に入れる、然る時は水面は昇りて或度目に達す、この兩度目の差を以て物體の體積とする。

(ロ)金屬棒が刻度圓筒に入らぬならば、先づ絛絲にて第九圖A、Bに示す如く環を造り、これにCの如く金屬棒を吊下げよ。

第九圖



(ハ)ビーカーに半ば水を入れ、其の水中に絛絲にて吊下げし金屬棒を沈め、昇りし水面に相當する點に、銅線又は絲にて正しく指標をつける。かくて金屬棒を水中より取出し、餘滴をビーカーに落す。

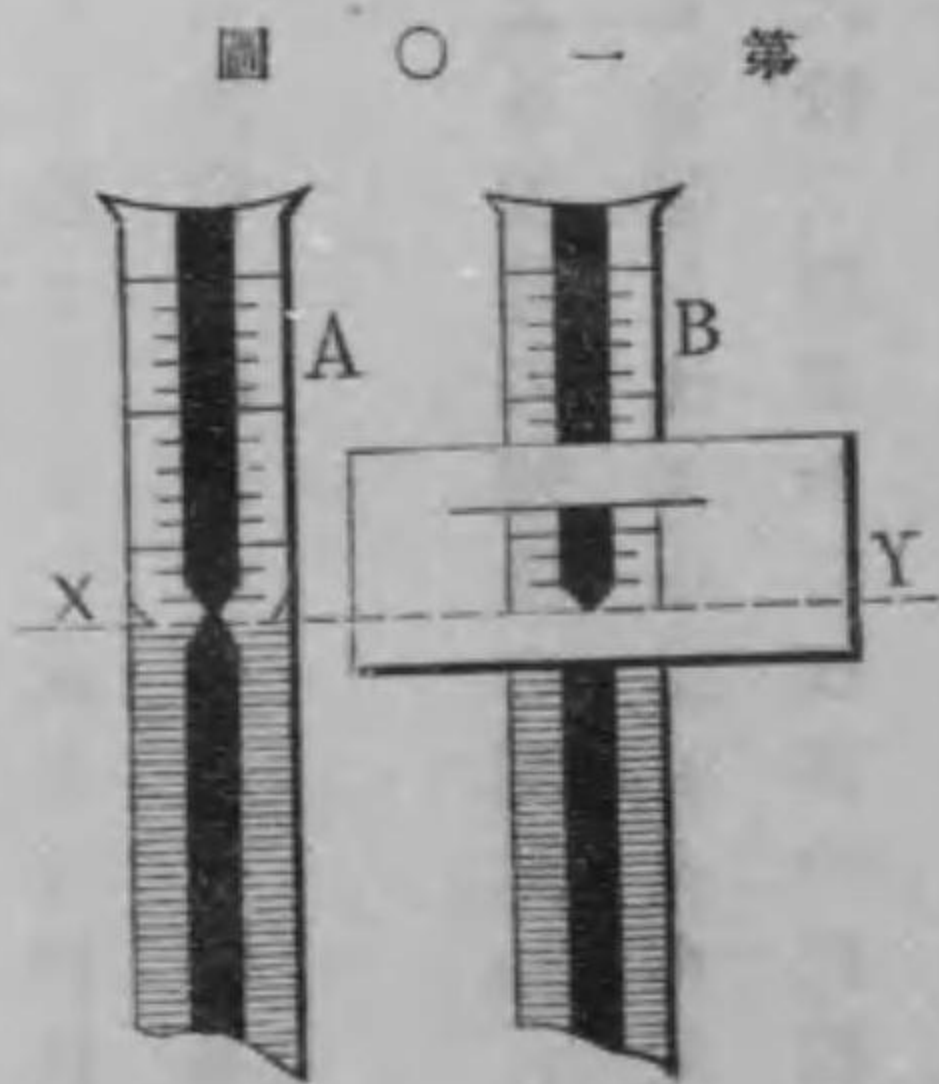
(ニ)次にピウレットを臺に取付け、其の細小度目を檢したる後、これに水を入れて水面に相當する點の度目を讀む。

この際ピウレットの水面は、毛管現象で凹面を呈するため、相當せる度目の讀み惡きことがある、ピウレットが青筋入であると、その青筋が水面に於て、第一〇圖Aの如く上下より尖端を成して見ゆるから、其の交點に相當する度目を讀めばよい。この度目を記憶し易からしめるため、Bの如く紙片を貫きて水面XY線上に切目を支へてもよい。

(ホ)かくてピウレットより徐々に水を滴下して、ビーカーの水面が指標に一致するに至りて止め、ピウレットの第二の水面に相當する度目を讀み、兩度目の差を以てビーカーに加へし水の體積、即ち金屬棒の體積とする。

(ヘ)以上の實驗を更に二回繰返せ。

五、結果　(イ)以上の實驗の結果を次表の如く整理し、平均體積を見出せ。



回数	讀み	第一の讀み(三)	第二の讀み(三)	體積(三—ロ)
第一				
第二				

平	第 第	
	三	二
均	回	回
.....c.c		

(ロ)スライド・キャリバーによりて、金屬棒の直径  $r$  と長さ  $l$  とを求め、この値より  $\pi r^2 l$  によりて體積の理論數を求め、これを實驗數に比較し、誤差の有無を檢し、若し誤差あらば其の原因を考察せよ。

第三、ピーカーを用ひ、固體と水との置換法による固體の體積の測定

一、目的 満水せる器内の水中に、水に溶解せざる固體を沈め、溢出せる水量によりて固體の體積の實驗數を求め、これを理論數に比較し、誤差あらば其の原因を研究することを目的とする。

二、原理 満水せる器内の水に沈めし物體は、アルキメデスの原理により、物體と同體積の水が溢出する、依てこれを測れば固體の體積を知り得ることを原理とする。

三、材料 ピーカー(約直径三寸高三.五寸)、木製正方體(方三—四寸)、石蠟、筆、蒸發皿(直

径二.五寸位)、鐵線三脚臺、金網、ブンゼン燈、燐寸、刻度圓筒、水、木製臺(大小數個)、ピーカー(約直径一.五寸高二寸)。

四、方法 (イ)鐵線三脚臺上の金網に載せたる蒸發皿に石蠟の小片數個を削り入れ、下方よりブンゼン燈にて熱しこれを融解せしめよ。

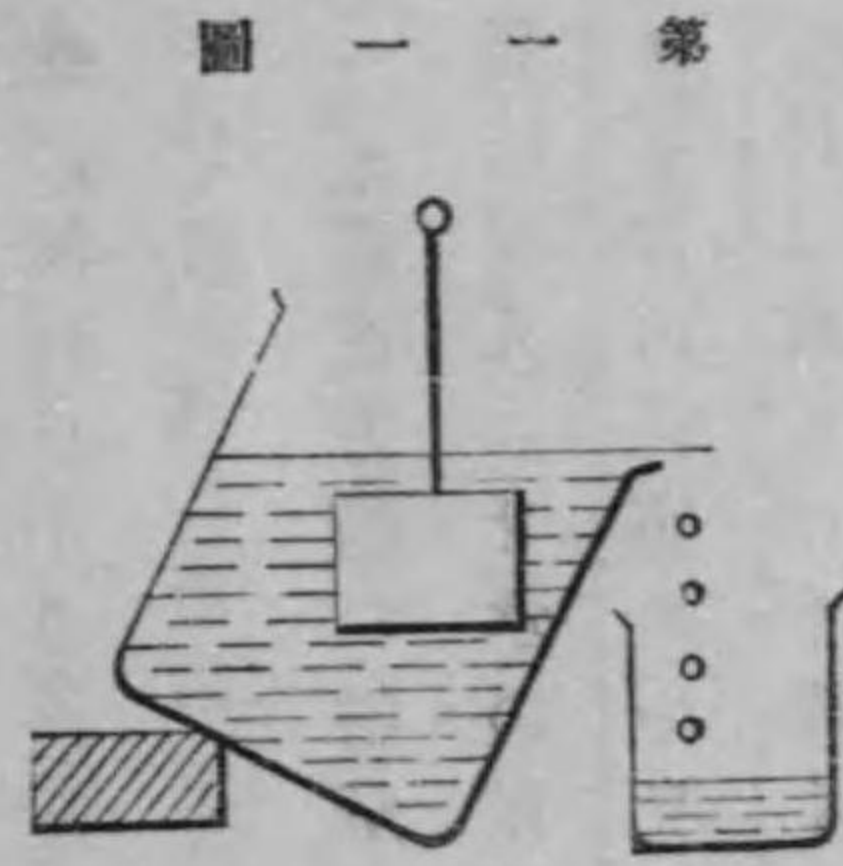
(ロ)大形の方のピーカーの嘴の下際に、融解せし石蠟を毛筆にて少しく塗付けて、水の流出する時嘴の下際に廻らぬやうにする。

(ハ)其のピーカーに適量の水を入れ、これを傾けて小木片にて支へ、流出せる水が自然に流れ止まるに至らしめること、第一一圖の如くし、其の嘴の下に小形のピーカーを置け。

(ニ)木製正方體に、融解せし石蠟を薄く且一樣に毛筆にて塗り、一旦火上に支へて實質に浸入させ、水の浸込まぬやうにする。

(ホ)木片の一面の中央に、垂直に針を立て、これを持ちて水中に押し沈めるに便にする、針は成るべく細くして體積を度外視し得るを便とする。

(ヘ)この針を持ちて木片をピーカーの水中に静かに水の動揺せざるやうに沈め、



溢出する水をビーカーに受ける。この際ビーカーの水が動揺すると、溢出する水量は物體の體積より大となりて誤差を生ずる。若し物體が水より重く且水の浸まぬ金屬類ならば、細き絹絲にてビーカーの水中に吊り沈めて實驗し得る。

(ト) 小形のビーカーに流出せし水を、刻度圓筒にて精密に其の體積を測れ、

(チ) 以上の實驗を、更に二回繰返して、溢出せる水の體

積を測れ、

五、結果 (イ) 三回の實驗にて得たる結果を、次表に記入して、平均體積の實驗數を算出せよ。

木 正 方 體	體積	回数	第一回	第二回	第三回	平均
						.....cc.

(ロ) スライド・キャリパーにて、木製正方體の各一邊の長さを測り、これを  $x \cdot y \cdot z$  とせば、 $x \cdot y \cdot z$  なる相乗積によりて體積の理論數を算出し、これを實驗數に比較して誤差の有無を檢し、誤差あらば其の原因を考察せよ。

### 第四節 硝子細工

#### 第一、ブンゼン燈の取扱。

一、目的 プンゼン燈の構造より來る必然の作用を理解し、ブンゼン燈の各部の性質及び用法を知らしむることを目的とする。

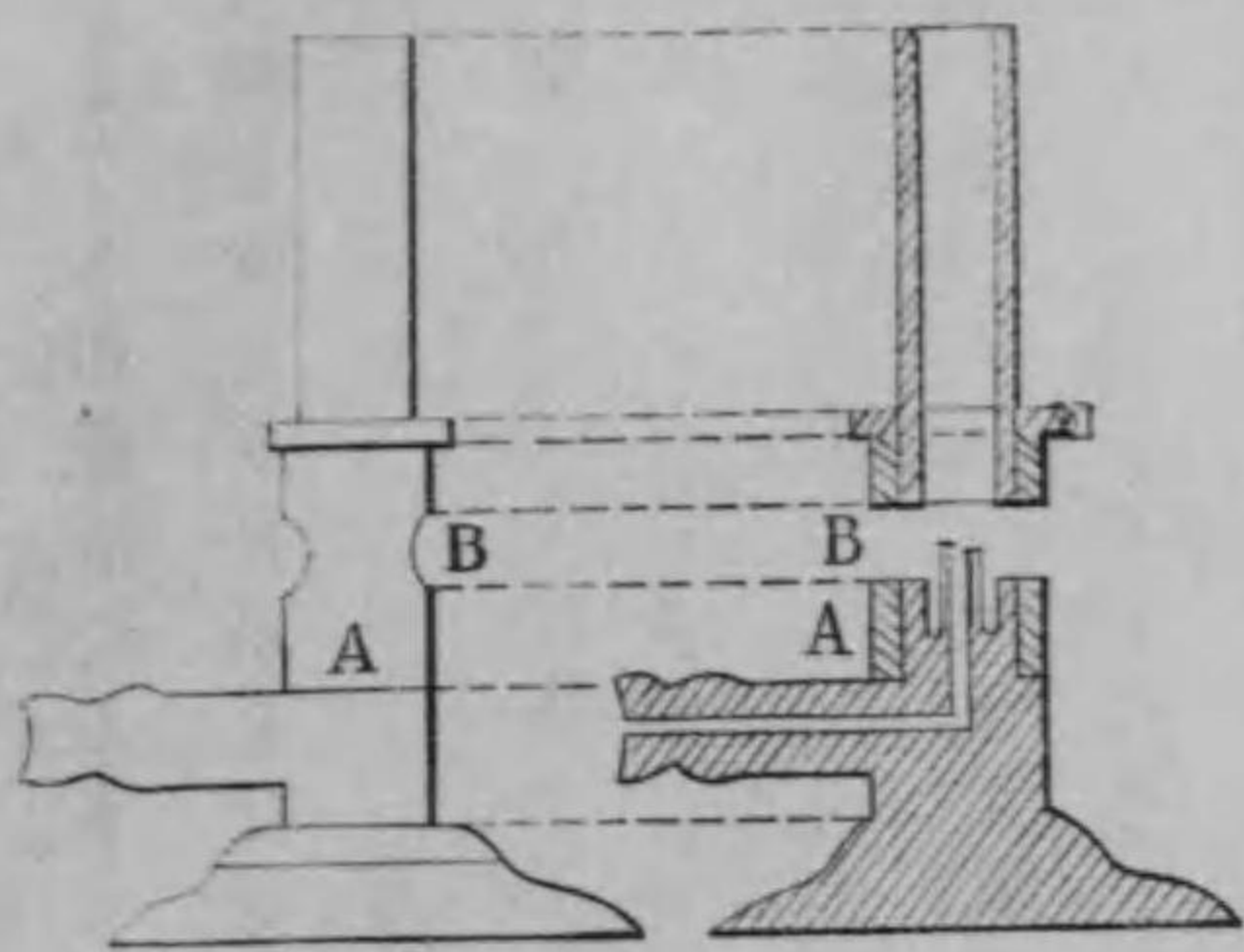
二、材料 プンゼン燈、燐寸、硝子棒、石綿纖維、石綿板。

三、方法 (イ)ブンゼン燈の外形を第一二圖に對照しつつ觀察し、次にこれを分解して其の構造を檢し、再び原形に組立てよ。

(ロ)外套管Aを廻して側孔Bを閉ぢ、先づ燐寸を擦りて發火させ、次にガス括栓を少しく廻してガスを送り出すと同時にこれに點火せよ。

此の際括栓を先に廻して燐寸を後に擦れば、點

第一二圖



火するまでに無益有害のガスを室内に漏出する。

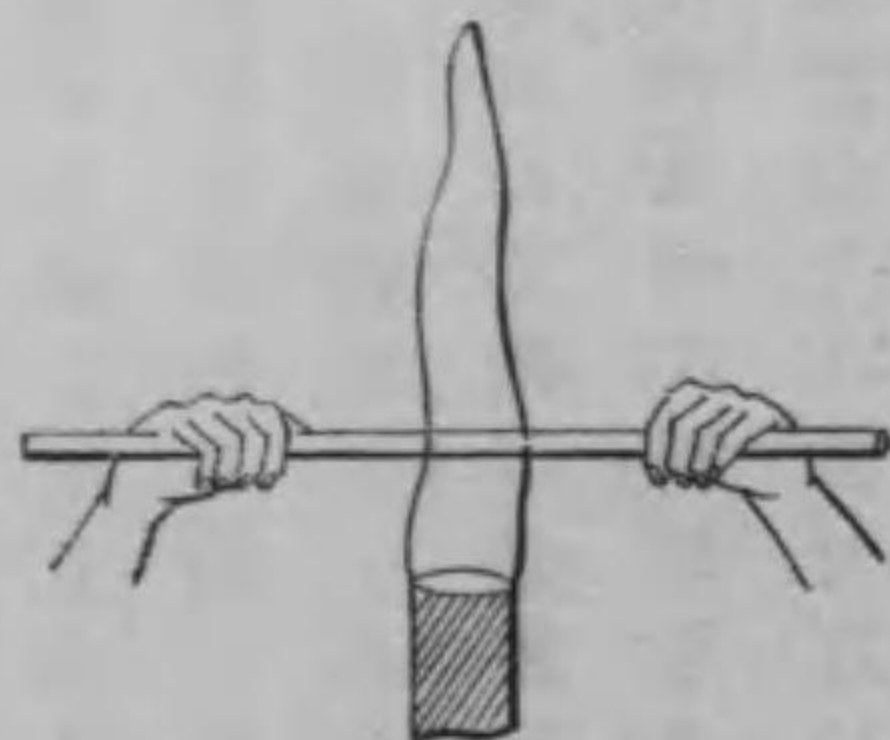
(ハ)括栓を次第に大きく廻してガスの送量を増し、遂に最大限に達したる時、焰の形状色及び光輝の度を觀察せよ。長くして赤く輝きし焰を見るであらう、これが酸素の供給不足のため、不完全燃焼をするによる。

(ニ)外套管Aを少しく廻して側孔Bを次第に開き、焰の形状色及び光輝度の變化を觀察せよ。焰は次第に赤色の輝きを減じて、遂には外部は殆ど無色の光を放ち、内部に青色の輝きある部分を認め得るに至る。

(ホ)再び側孔Bを閉ぢ、焰の中央部を横ざりて第一三圖の如く硝子棒を數秒間支へたる後に焰外に取出せば、焰に觸れし部に黒色の煤の附着せるを見るであらう。

(ヘ)次に側孔を適宜大に開き、(ホ)の黒色物の附着せる硝子棒を、焰の下部の青色焰中に支へて變化の有無を觀察しても、何等の變化がないが、これを上部の無色焰

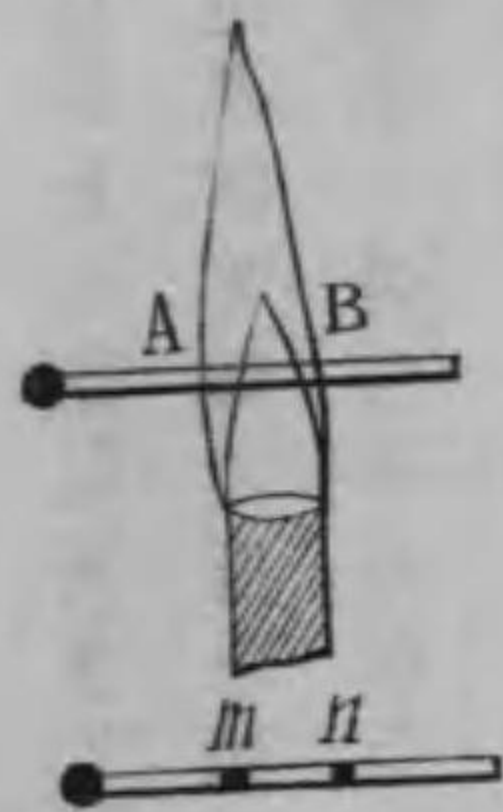
第一三圖



中に支へると、間も無く黒色の煤は消失する。この結果により、黒色の煤は炭素末であつたこと、従つて光輝ある赤色燐は燃え盡きざる炭素末が赤熱されて含まれ居ること、青色燐は炭素を燃やす作用は無いが、無色燐はこの作用のあることが知られる。

(ト)石綿纖維を取りて細長く絲狀に燃り、これをブンゼン燐上約二厘の位置に水平に支へ、次第に下方に下げて遂に上部の無色燐より下部の青色燐に觸れしめると、石綿纖維は熱せられ、無色燐では甚だしく光輝を放つが、青色燐では放たない。依て、無色燐は温度高く、青色燐は比較的溫度が低いことを知る。

第一四圖



(チ)石綿板を取りて(ト)と同様の實驗觀察をなし、且側孔の大きさを増減して同一點に於ける石綿板の光輝度を觀察すると、一定量のガスに對する空氣量は、或る程度までは燐の溫度を高むるも、この程度以上に達すると、燐の溫度の低下することが判る。

(リ)燐寸棒を水平に保ち、これを第一四圖の如く、燐の

AB部を横ざりて無色燐と青色燐とに同時に觸れしむること約五秒時間にして燐外に取出し、これを觀察すると、燐寸棒のmn二點が炭化せるを見る、このmn二點は無色燐に觸れた部で、其の間は青色燐に觸れた部であることが明らかである。依て無色燐は温度高く、青色燐は温度低きことが更に證せられる。

四、結果 (イ)以上の實驗の結果を綜合すると、ブンゼン燈の使用法は、燐寸を擦り、括栓を廻し、點火し、側孔を開くべきことを知る。

(ロ)ブンゼン燐は、青色燐を無色燐との二部より成り、前者は溫度低く、後者は溫度高きことを知る。

(ハ)青色燐は物質を燃さぬも、無色燐は燃やす作用がある、これ前者は未だガスの分解に依て生ぜし炭素が完全燃焼をせず輝いてゐるが、後者は酸素の供給充分だから完全燃焼をして溫度が高いからである。依て前者に金屬酸化物を入れると單體金屬が得られ、酸素は熱せられた炭素と化合して炭酸ガスに成る、故にこれを還元燐といひ、これに對して後者を酸化燐といふ。還元燐は内部にあるから内燐ともいひ、酸化燐は外部にあるから外燐ともいふ。



第二、硝子管又は硝子棒を切る法。

一、目的 家事實驗上で、種々の實驗装置を造り、或は實驗操作をする時、或る長さの硝子管又は硝子棒を要することが多い、依てこれを切斷する方法を習得させることを目的とする。

二、材料 硝子管(直徑約四耗)、硝子棒(同上)、三角鑷、ブンゼン燈、燐寸、石綿板、指尺(省き得る)。

三、方法 (イ)直徑五耗以下位の甚しく太からざる硝子管を切るには、これを机上に横たへ、第一五圖の如く、左手の拇指と示指との爪先にて切らんとする部の直ぐ左方を支へ、右手に三角鑷を持ち、其の稜にて切るべき點を一一二回強く前方に擦りて創をつけよ。此際鑷を前後の方向に鋸引の如く擦すれば、鑷目を損ずる。

(ロ)次に其の創面を前方に向け、圖の如く兩手に持ちて急に折れ。

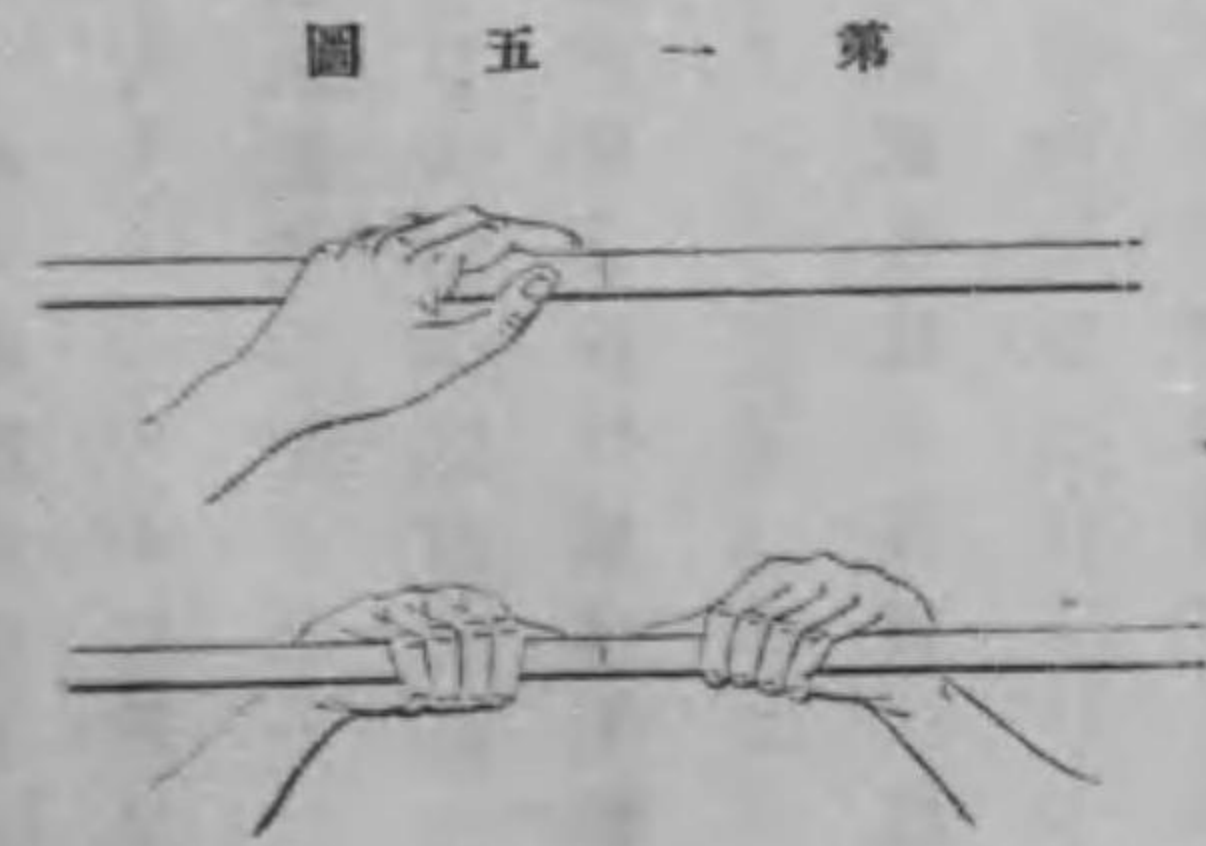


圖 五 一 第

(ハ)折口は鋭角をなして危険だから、鑷面にて周邊を擦り、必要あらばブンゼン焔中に徐々に廻しながら切口を熱して少しく融解させて取出し石綿板上に放冷すれば、切口は滑かに成る、此際机上に直に放冷すれば机面を焦がす。

第三、硝子管を曲げる法。

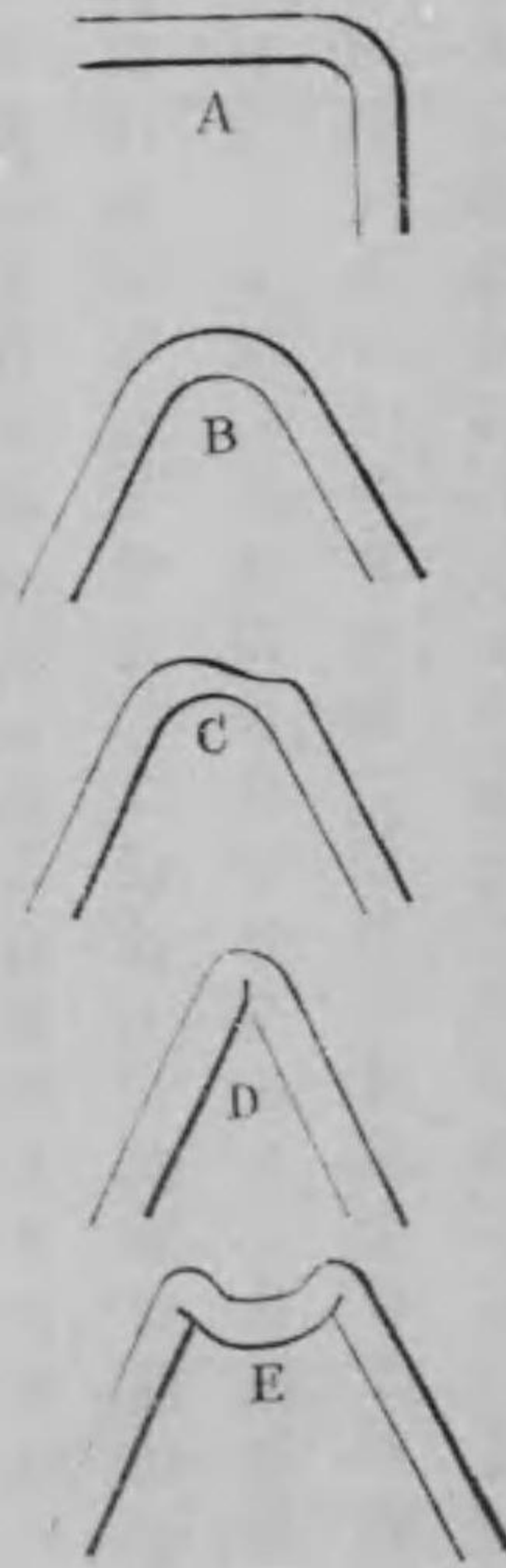
一、目的 實驗装置を造る時に、硝子管を曲げる必要を生ずることがあるばかりでなく、實習上に於ても、將又實生活上に於てもこの種の必要を往々生ずることがある、依てこれを習得せしめることを目的とする。

二、材料 硝子管(直徑約四耗)、ブンゼン燈、燐寸、石綿板。

三、方法 (イ)曲げんとする部を中心として左右約五耗を、廻しつつ、且左右に動か

しながらブンゼン焔上に支ふること一〇―二〇秒時にして焔内に入れ、同様に廻し且動かしながら熱する、この際兩

圖 六 一 第



手は加熱部の左右兩側にある部の各重心を支ふる様にする。

(ロ)適度に熱せられて軟化しなば、徐々に鈍き彎曲度に曲げながら、所要の角度に達せしむること第一六圖のA・Bの如くする。此際加熱過度であるとCの如くなり、曲げ方急であるとD・Eの如くなつて通路をせばめ使用に不適となる、かくて石綿板上に放冷する。

第四、硝子管又は硝子棒に、尖口又は尖端を造る法。

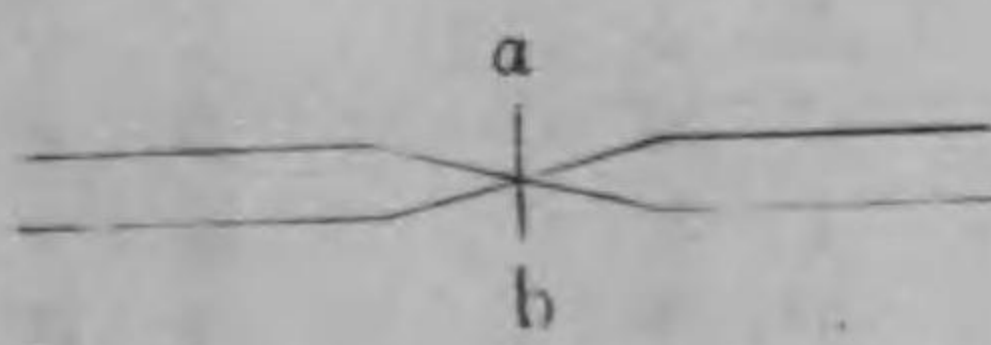
一、目的 實驗實習又は實生活上に往々その必要を生ずるにより、これを習得せしめることを目的とする。

第一七圖

二、材料 硝子管(直徑約四耗)硝子棒(直徑約四耗)三角鑪、燐寸、石綿板、ブンゼン燈。

三、方法 (イ)硝子管又は硝子棒の尖口又は尖端となすべき部を熱すること前實驗の時の如くする。

(ロ)最後に其の中央部を強熱して充分に軟化させ、これを焰外に取出し、手早く左右に一直線に引延ばすこと第一七圖の如くする。



(ハ)石綿板上に放冷後、三角鑪にてabより切放つのである。

第五、硝子管の一端を閉づる法。

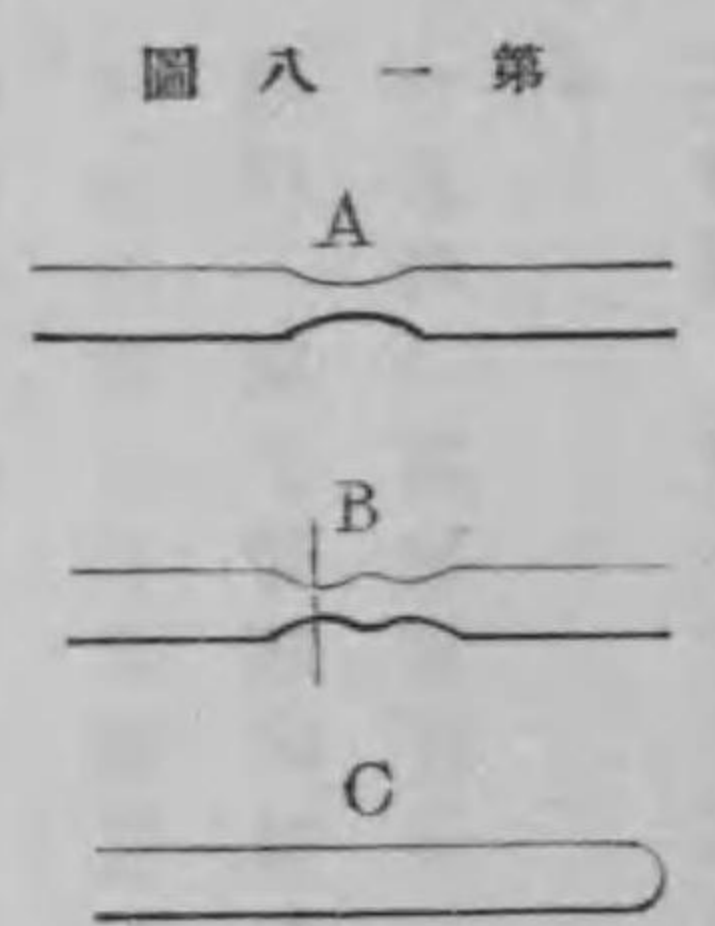
一、目的 實驗實習又は實生活上の必要から、これを習得させることを目的とする。

二、材料 硝子管(直徑約四耗)試驗管、三角鑪、ブンゼン燈、燐寸、石綿板。

三、方法 (イ)硝子管の一部を引延ばして、第一八圖Aの如くする。

(ロ)次に所要部は左方ならば、其の細き部の稍左方に偏したる部を熱してBの如く急角度に引延ばし、其の部より切放ち、切口をブンゼン焰中に熱すれば、融合して孔は閉づる。

(ハ)閉ぢたる先端のみを赤熱し、充分に軟らかに成りたる時に、他端より注意して呼吸を極めて徐々に且靜に吹込みて形を正す、この赤熱と吹込みとを再三繰返せば球形にすることが出来る、便宜上豫め硝子管の他端にゴム管を嵌め置き、これを口にくはへながら作業してもよい。



第一八圖

(ニ)同様の方法により、試験管の中央部を引延ばして切放ち、これを閉ぢて短かき試験管を造れ。

(ホ)底の破れし試験管あらばこの方法にて底を閉ぢよ。

第六、硝子管端に球を造る法。

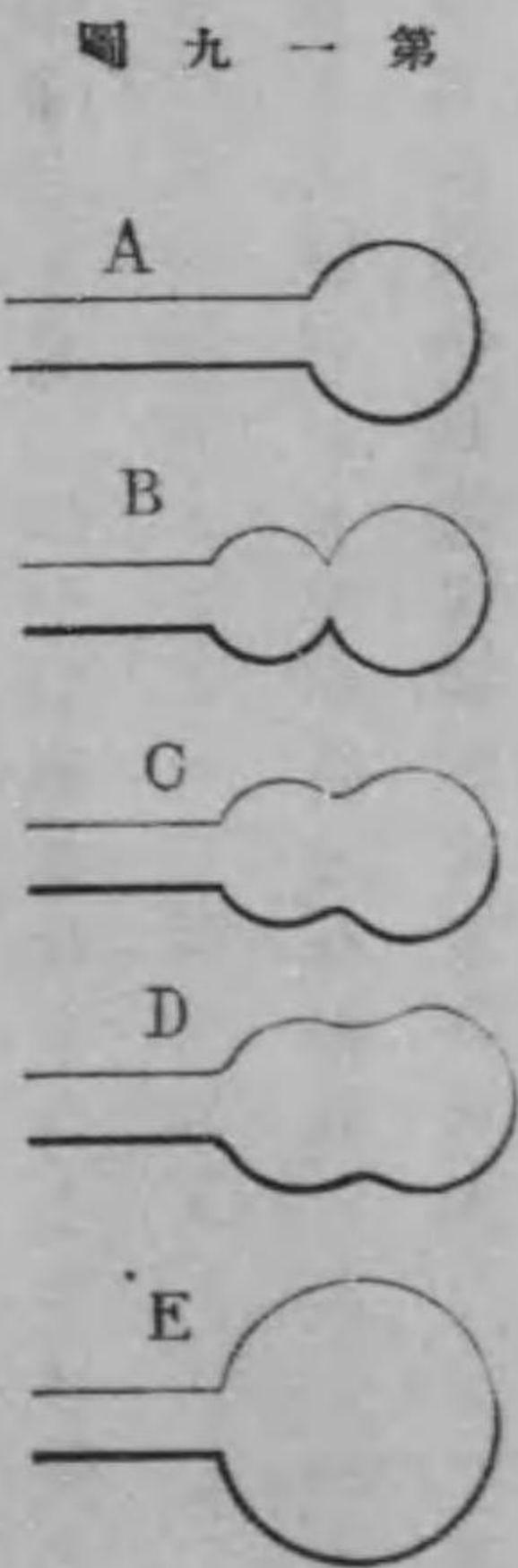
一、目的 實驗實習又は實生活上の用に供するため、習得させることを目的とする。

二、材料 硝子管(直径約四耗)、三角鑪、ブンゼン燈、燐寸、石綿板。

三、方法 (イ)硝子管の一端を閉づること前實驗の如くする。

(ロ)閉端約一耗の部を、廻しながらブンゼン焰中に赤熱して取出し、手早く鉛直の方向に支へながら呼氣を吹込みて第一九圖Aの如くする。

この際に廻さずに赤熱すれば球は一方にのみ膨れ、吹込み急にして強きに過ぐれば球は破れる。



ば球は破れる。

(ハ)次に端の球より約一耗を隔て、同様の球を造り、Bの如くする。

(ニ)次に再球の中間を熱すれば、軟化するに従ひ、徐々に且時々呼氣を少しづつ、吸込みては熱し、C、Dの如くする。

(ホ)最後に球全體を赤熱して充分軟化せし時に、注意して強く呼氣を吹込み、Eの如くする。若し球が小にて足らばAのままで使用し得る、又この實驗は、ブンゼン・ガス吹管があれば、これを用ひて熱すればよい。

## 第五節 木栓細工

### 第一、木栓に硝子管を貫ぬく法。

一、目的 實驗實習又は實生活上の必要より、木栓に氣密に硝子管を貫ぬくことを習得させることを目的とする。

二、材料 硝子管、直徑約四耗、木栓、木栓壓搾器、木栓穿孔器、三角鑪、丸鑪。

三、方法 (イ) 木栓は下口の直徑は上口の直徑よりも小である、通常木栓の直徑は下口即ち細き方の直徑にて云ひ表はす。今嵌込まんとする器物の口徑より、少しく大なる直徑の木栓を選定し、壓搾器にて壓搾しながら徐々に廻して軟らげ、木栓の長さの約 $\frac{2}{3}$ が器口に嵌入し得べからしめる。この際木栓を軟らかにするのは、器口に密合して氣密ならしめんがため、長さの $\frac{2}{3}$ だけ嵌込せしめるのは、氣密を安全ならしめんがためである。

(ロ) 貫かんとする硝子管に一致する太さの穿孔器を選定し、木栓の下口を上向けに机の上に置き、穿孔器をば、孔を穿つべき位置に正しく當て、徐々に廻しながら弱き



力にて靜に孔を穿つべく、且穿孔器の方向は木栓の軸線に平行なること第二〇圖の如くする。何となれば、力強きに過ぎると孔の周邊を破り、軸線に平行でない、孔が曲り從て硝子管も亦曲る。

(ハ) 穿孔器の先端が、最早木栓を貫通して他端に出でんとする直前に、木栓の上端即ち太き端を他の木片上に正しく當て、穿孔器を廻して孔を穿ち終る。かくせざれば、孔の出口の周邊が破れることがあり、且机に穿孔器の爲に傷をうけるからである。かくて穿孔器を抜取り、内部に残れる木栓片を金屬棒にて押し出し、原位置に整理する。孔を木栓の下口即ち細き方より穿ち始むるのは、孔の出口が破れ勝ちなるに反して、入口にこの患少なく、且下口を器口に嵌込むから氣密を保ち得るためである。

(ニ) 任意の長さに切取りし硝子管の外部を濕布にて濡らし、木栓の孔に貫け、この際手指は成るべく貫ぬくべき點に近接せる部を持ち、徐々に廻しながら押せ、かくて他端に少しく硝子管が出でなば、そこを手指に持ちて硝子管を廻しなから引け、

然らざれば硝子管は折れて手指を負傷することがある。豫め硝子管を濕布で濡らすのは、木栓と管との間の摩擦を小ならしめるためである。

(ホ)若し孔が硝子管に比して細きに過ぎ、而かもそれに適合する穿孔器なき時は、その細き孔に丸鍮を入れて徐々に孔を太くし、如上の如く硝子管を貫ぬのである。

### 第二洗滌瓶を組立つる法

一、目的 實驗作業上缺くべからざる蒸溜水用洗滌瓶を造り、これを使用に供することを目的とする。

二、材料 1/2立平底フラスコ、硝子管(直徑約四耗)、ゴム管(内徑約四耗)、鍮、三角鍮、丸鍮、木栓、木栓孔穿器、木栓壓搾器、ブンゼン燈、燐寸、水。

三、方法 (イ)平底フラスコを取り、其の口に適合すべき木栓を選定して、これに貫ぬべき硝子管二本に相當する二ツの孔を穿て。

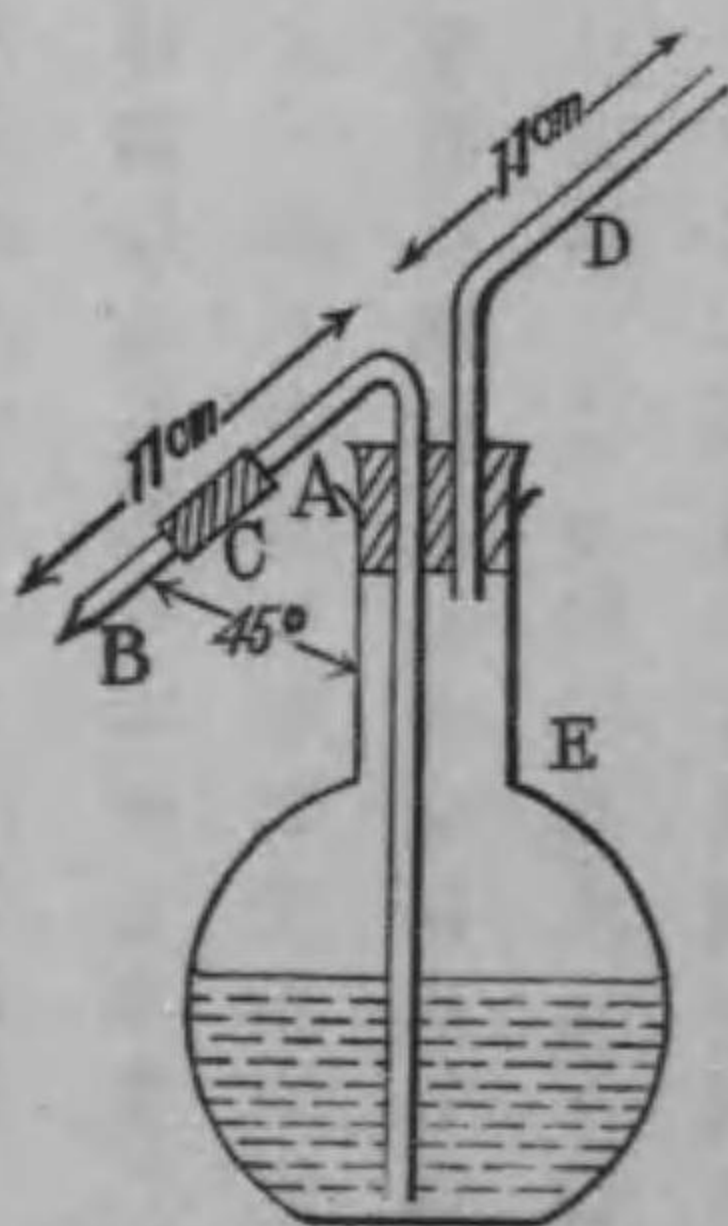
(ロ)硝子管を取り、これを約四五度の角度に曲げ、先端に尖口Bを造り、中間を切放ちてゴム管Cにて連続し、ABCの全長を約一一釐となすこと第二一圖の如くせよ。

(ハ)別に硝子管を約四五度に曲げ、一方を約一一釐に切放ち、他方は圖の如くに、

BOARD を一直線ならしむべく木栓に貫き得る長さに切れ。

(ニ)右の硝子管を木栓に圖の如く貫ぬき、これをフラスコに嵌め、フラスコには約1/2容の水を入れ置き、管Dより呼氣を吹込みし時に、管端Bより水は噴出するか否かを

第一二圖



檢せ。この際右手にてフラスコの頸を持ち、其の示指と中指とにてB部を支へ、流出する水の方向を任意に向換へ得る如くする。ゴム管Cはこの方向變換の用に便する。作用に異常なくば、内部の水を捨てて更に清洗し、蒸溜水を入換へて使用に供する。

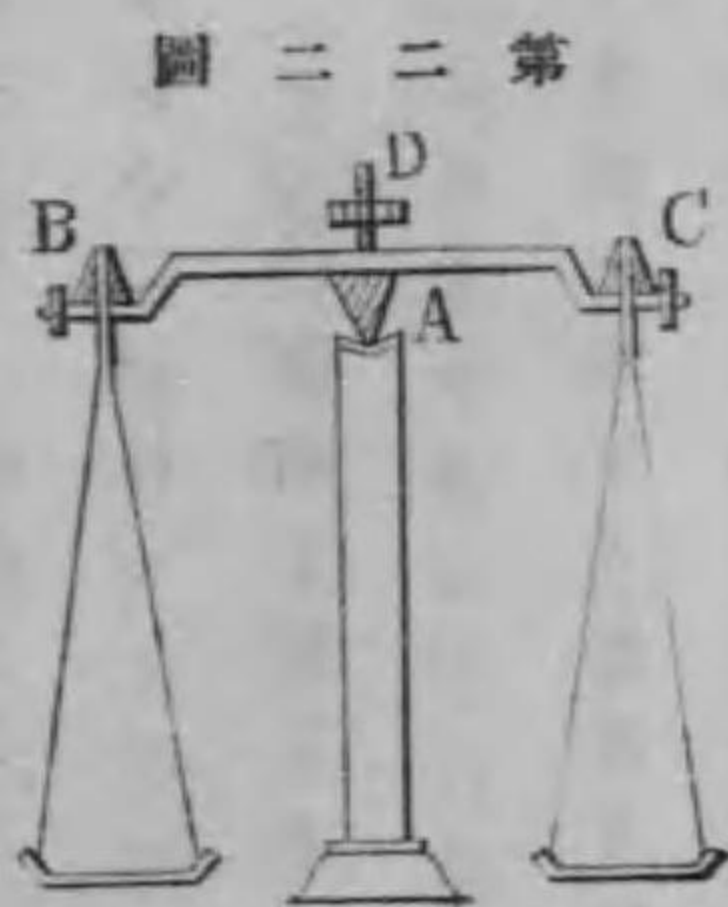
## 第六節 天秤の取扱

### 第一、天秤の整理及び検査法。

一、目的 天秤の構造と作用とを理解せしめ、其の鋭敏度と正確度との最高能率を發揮させ、且安全にこれを保存維持する方法を知らしむることを以て目的とする。

二、材料 天秤、天秤臺、鹽化カルシウム、鹽化カルシウム瓶、羽箒、白絹布。

三、方法 (イ)天秤臺上に安置された天秤につきて、中央の支點の及Aが正しく支柱頭の瑪瑙板上に休み居るか否か、左右の秤皿を支ふる重點B、力點Cが左右兩臂端にある及先に正しく支へられ居るか否かを觀察せよ。若し中央の支點の及の位置が正しからざる時は、一度靜に制動器を下ぐればこれを正し得べく、若し又左右の重點又は力點が及先より脱し居らば、先づ右又は左の扉を開き、手指に白絹布を被ひし



ものにて摘みながら持ち上げ、これを及先に懸けよ、決して直接に手指を觸れては成らぬ、錆びを招くからである。

(ロ)次に支柱が鉛直の方向に立てるか否かを檢するため、泡準器の氣泡が正中し居るか否か、或は泡準器の代りに吊り振子を用ひし天秤ならば、支柱の上端より吊り下げし振子の絲が、支柱の下端にある環の正中を通過し居るか否かを檢せ。若し正中に位置し又は正中を通過し居らば支柱の方向は鉛直である、若し又正中なざる時は、螺旋足の右又は左の一方或は兩方を廻して、正中するやうにこれを調節する。

(ハ)次に扉を閉ぢしまま、靜に制動器を下げて桿を自由ならしめし時、指針の靜止點が度目板の中心にあるか否かを檢する、若し指針が中心より右方にあるか或は左方にあらば、左方又は右方の扉を開き、一旦制動器を上げて桿を支へたる後、微動螺旋B又はCを廻して支點Aに近づくるか或は遠ざけて、正しくこれを調節する。この際手指を白絹布にて被ひ、直接に天秤に觸れざること前に同じである、かくて扉を閉ぢ、制動器を上げよ。

(ニ)次に再び制動器を下げて桿を自由にし、右方の扉を開き、手掌にて空氣を靜に秤皿に煽りつけると、桿は少しく動搖して指針は度目板を左右に振る。この際度目の中央より左右に五度以上一〇度以内を振るやうにして、振動の速さを觀察せし時、一方の回歸點より他方の回歸點に達する時間は約四―五秒時間なるを可とする。若しこれより速ければ觀測に困難にして、これより遅ければ秤量に多くの時間を要す。故に振動が遅速何れかに過ぐる時は、支點上の微動螺旋Dを廻して上げ或は下してこれを調節する、直接に手指を觸れぬことは前に同じである。

(ホ)次に天秤の秤量(キャバシチー)及び感量(センシビリチー)を、支柱に刻印せる文字にて讀取り、これに相當せる分銅の有無を検す。秤量一〇〇瓦感量〇・一庭の天秤では、分銅は大なる物より瓦にて數へて、50; 20; 20; 10; 5; 2; 2; 1; 0.5; 0.2; 0.2; 0.05; 0.02; 0.02; 0.01の一五個と、0.01に相當する馬乗分銅(ライダー)一個とを備ふ。

(ハ)次に左皿に或物體例へば五錢白銅貨を載せ、右皿に或分銅を載せて制動器を下げ左右の質量が均合ひて指針が中央の靜止點を指せし時、物體と分銅とを左右互換せし時にも亦均合ふか否かを檢する。若し均合は、正しき天秤と見做し、均

合はずば不正なるものと見做す。かくて分銅を分銅箱に整理し、物體を秤皿上より去り、扉を閉づ。

(ト)天秤箱内には、常に鹽化カルシウムを填めし瓶を入れ置き、箱内の空氣中の水分を吸収して乾燥させ、天秤の錆を豫防する。鹽化カルシウムは、時々新らしきものと入換へて、潮解するに至らざらしめる。

### 第二、靜止法による天秤使用法。

一、目的 物體の質量を秤るに、天秤の桿の振動が遂に靜止して、天秤の靜止點に一致するに必要な分銅を見出して、其の質量を測ることを目的とする。

二、材料 天秤、分銅、物體、ノート、鉛筆。

三、方法 (イ)制動器を極めて靜に且徐々に下げると、指針は振動することなく度目板の殆ど中央の或點を指す、若し少しく振動することありとするも、そは極めて微小にして直に靜止して度目の或點を指す、この點を靜止點(レスチング・ポイント)と稱する。次に、直に制動器を上げる。

(ロ)左方の扉を開き、左皿上に秤量以内の或物體を載せて扉を閉ぢ、次に右方の扉

を開き、物體の質量と殆ど相等しかるべしと思はるる分銅をピンセットにて右皿上に載せ、扉を閉ぢて制動器を下げ、指針が左右何れの方向に振れるかを觀測する。若し右方に振れるならば分銅過小にして、左方に振れるならば分銅最大である。前の場合には更に其の次の小分銅を右皿上加へ、後の場合には次の小分銅と置換ふ。この際制動器を上げ置き、分銅は成るべく皿の中心部に載せて、制動器を下げし時、皿の動搖を防ぐ。かくて制動器を下げ再び指針の動きを觀測し、物體の質量が何瓦以下何瓦以上といふやうに、最大最小の兩限度を定め、次第に順々に小分銅を加減しつつ、遂に指針が靜止點に靜止するに至りて止める。

(ハ)分銅箱の分銅の空位を、分銅の大なる位置より順々に讀みてノートに記載し、其の和を求め、次に右皿上の分銅をピンセットにて大なる物より取出し、其の都度これをノートに記載して其の和を求め、前後の兩和が互に一致するか否かを檢する。一致する時は、これを以て物體の質量とする、若し一致せざる時は、何れか一方の分銅の讀み方に誤りありしによる、依て再檢査をする。

(ニ)左扉を開き、物體を皿上より取出して扉を閉ぢる。

(ホ)天秤全部を檢し、取扱上何等かの失念なきかを確かめて正しく整理し、秤量を終はる。この靜止法による秤量は、手續簡單なるの利あれども、結果は甚だしく正確でなく、天秤の感度の最高能率を表はすことは出來ぬ。

### 第三、振動法による天秤使用法。

一、目的 物體の質量を秤る時、指針の振動中に、其の靜止點を測知して、比較的短時間に、且極めて正確に質量を秤ることを目的とする。

二、材料 天秤、分銅、物體、ノート、鉛筆。

三、理論 天秤が制動器より離れて自由になりし時、其の靜止するを待たずして靜止點を見定めて秤量する方法にして、先づ指針の示す度目板の度目は、左より右へ數へて、左端を0とし、中央を10とし、右端を20とする。而して天秤を振動させると、指針の示す度目は、支點の摩擦空氣の抵抗等によりて次第に中央に近づき、其の回歸點は毎回異なる。故に或時期より始めて其の回歸點の讀みを、左右連續して奇數回だけ取る例へば左より始めて七回の讀みを取りたる時、其の度目は

(左) (1)8.8 (3)9.2 (5)9.5 (7)9.9



であるならば、其の平均數は左方に於ては

$$(4) \quad (2)12.0 \quad (4)11.6 \quad (6)11.2$$

$$(8.8+9.2+9.5+9.9) \div 4 = 9.35$$

にして、右方に於ては

$$(12.0+11.6+11.2) \div 3 = 11.6$$

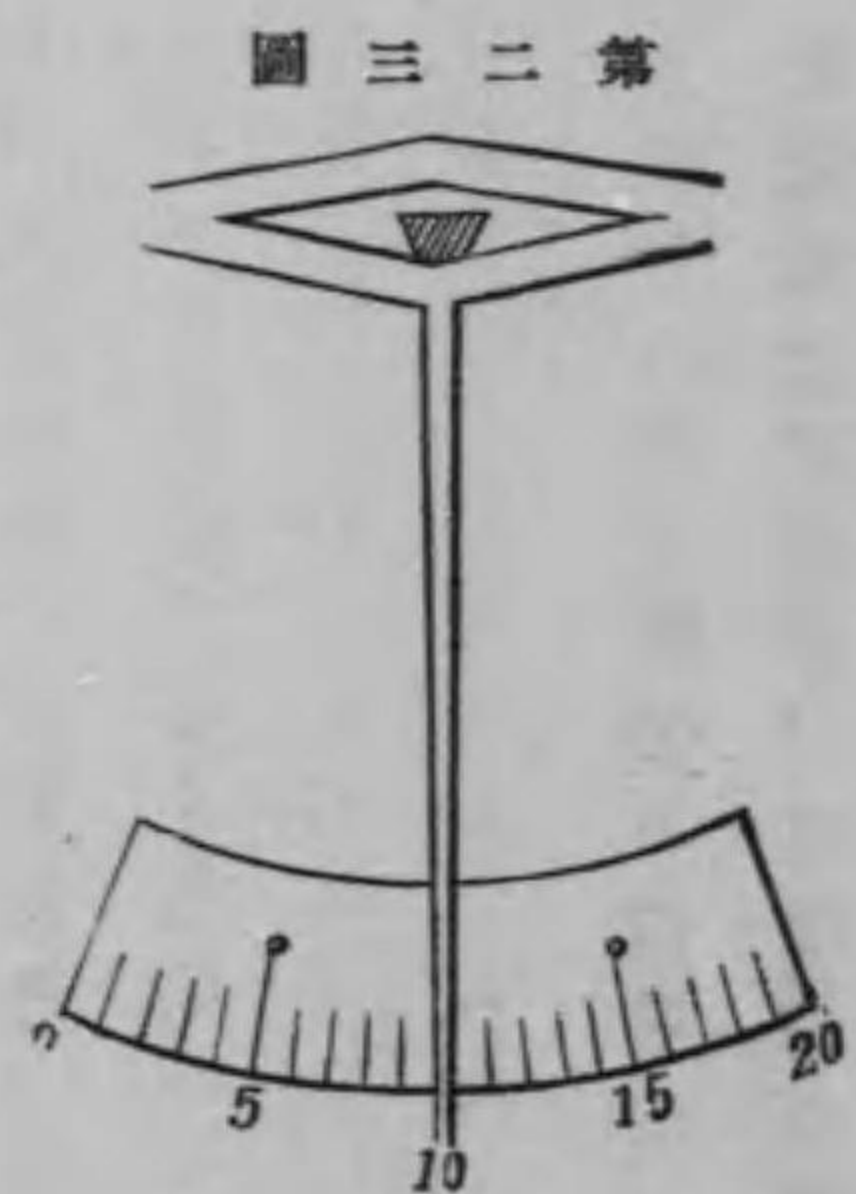
であるから、眞の靜止點はこの二數の平均數 $(9.35+11.6) \div 2 = 10.475$ でなければならぬ。

この測定に於て左右同數の回歸點の讀みを取つてはならぬ、何となれば、假に左より始めて左右六回を取つたとすれば、指針の振幅は毎回小になるから、第一の左回歸點 $8.8$ は第二の右回歸點 $12.0$ よりも靜止點を去ること大なるべく、追ふて斯くの如く第三は第四より、第五は第六よりもそれぞれに靜止點を去ること大であらう。依て左三回の平均數 $(8.8+9.2+9.5) \div 3 = 9.17$ と、右三回の平均數 $11.6$ とを平均した $(9.17+11.6) \div 2 = 10.37$ は、靜止點よりも左方に偏るべき理だからである。故に回歸點は、左右續けて必ず奇數回だけ取らなければならぬ、又回歸點を讀むには一度目の $1/10$ まで目測する。

#### 四、方法

(イ)秤皿上に物體を置かずに指針を左右に振動させ、其の靜止點を定めこれを零點(ゼロポイント)と名づける。例へば、度目板の左端から數へてこれを

$10.46$ であると假定しよう。



(ロ)左皿に秤量せんとする物體を載せ、右皿に分銅を載せる。この際必ず側面の扉を開き、分銅はピンセットにて取扱ひ、直に扉を閉ぢる。前面の扉は特別の必要あらざる限り秤量のためには開かない。分銅は始めに大なる物を用ひ、次第に小

範圍に入るに従ひ小分銅を用ひ、一應以下は馬乗分銅(ライダー)を用ふるのは便である、而して分銅を加減する際には必ず制動器を上げる。かくて振動法によりて靜止點を求めし時、零點の右又は左に極めて近く來りて、分銅の僅少の過小又は過大を示し、若し更に一—二庭を増減する時は、靜止點は零點を越えて反對側に移るに至りて止む。例へば、

$$(A) \text{分銅 } 12.375 \text{ 瓦の時の靜止點} = 11.10 \dots \dots \text{分銅過小}$$

(B)分銅12.376瓦の時の靜止點 = 10.03.....分銅過大

(ハ)この結果より、指針をして零點に靜止せしめるに必要な分銅即ち物體の質量を算出することが出来る。即ち(A)(B)の結果より、分銅一匙のために起る靜止點の移動は  $11.10 - 10.03 = 1.07$  である、而してこの小範圍では比例部分の法則に従ひ、靜止點の移動は増加する分銅に正比例すると見做し、(A)の靜止點より零點まで移動させるために(A)の分銅に加ふべき分銅  $x$  を、次式の計算によりて求め得る。

$$11.10 - 10.46 = 0.64 \dots\dots\dots \text{移動すべき度目數}$$

$$\therefore 1.07 : 0.64 = 1 : x$$

$$x = \frac{0.64 \times 1}{1.07} = 0.6(\text{厘}) \dots\dots\dots \text{加ふべき分數}$$

依て求むる所の物體の質量は、 $12.375 + 0.0006 = 12.3756$  瓦である。

五、注意 (イ)溫度が常溫より高い物體は秤量すべきでない、氣流を生じて秤量の正確度を減少する。

(ロ)秤皿を汚かす患ある物體は、直接に皿上に置いてはならぬ。

(ハ)觀測者は天秤の正面中央に位置して視差を避け、扉を閉ぢて指針の振動を觀測し、氣流のために生ずる振動の不規則を避ける。

(ニ)秤量後制動器を上げ、分銅を箱内に整理して實驗を終はれ。

## 第二章 水

### 第一節 天然水は溶液である

一、目的 水は溶媒として種々の物質を溶解する作用がある、其の溶解度は水の温度と物質の種類とに依て異なるけれども、多少の溶解度を持つてゐる。故に河水、川水、泉水、湖沼水、井水等は、これに接する地盤から多少の物質を溶解保有して、稀薄なる溶液と成つてゐて、飲料水としては衛生上に、雑用水としては洗濯作用等に、種々の影響を及ぼすものである。この溶液としての溶質の存在を證明することが、本實驗の目的である。

二、原理 純水は、一氣壓の下に一〇〇度に熱すれば、水蒸氣と成つて氣化し去り、何等の物質をも残さないが、溶液であれば溶質の固體である限り、これを蒸發乾涸すればこれを殘留する。依て溶質の存在を知ると同時に、溶液であつたことが證明される。

秤量した蒸發皿に一定量の天然水を取り、これを蒸發乾涸した後に再び秤量すれば、一定量の天然水中に溶存してゐた固體の質量を知ることが出来る、本實驗はこの原理に立脚する。

三、材料 磁製蒸發皿(直徑約一〇釐、内容約五〇銖)、嘴付ビーカー(内容約五〇〇銖)、鐵線三脚臺、鐵製金網、ブンゼン燈(又は酒精燈)、刻度ガラス圓筒(内容約一〇〇銖以上)、硫酸乾燥器(デンケーター)、空氣乾燥器(エアールパス)、天秤(分銅付、感量一〇分一釐)、立フラスコ。

四、方法 (イ)蒸發皿を鐵線三脚臺上の金網に載せ、ブンゼン燈にて始めは徐熱し終に強熱して約三〇分間加熱して水分等を去り、手早くこれを硫酸乾燥器内に移し密閉して放冷し、常溫度に冷却せし後、一〇分一釐まで精密に秤量する。放冷後に秤量するのは溫度高ければ氣流を生じて秤量を不正ならしめるからである。

(ロ)再び右の蒸發皿を金網上に載せ(イ)と同様に三〇分間熱して放冷後に秤量する。この前後二回の秤量が相等しき時は、これを正確なる蒸發皿の質量とする。若し異なる時は更に蒸發皿を金網上に熱して放冷秤量し、二回連続して同一秤量を

得るに至り、これを其の質量とする、これ附着物等の皆無なることを證するからである。

(ハ)刻度圓底又は立フラスコに正確に一〇〇銖の天然水を取れ、正確に取るために刻度を読むには視差を避けねばならぬ。視差を避くるには、眼を水面の凹面の下際と同一水平線上に置き、眼と下際とを連ぬる視線に一致する度目は丁度一〇〇度であるやうにする。

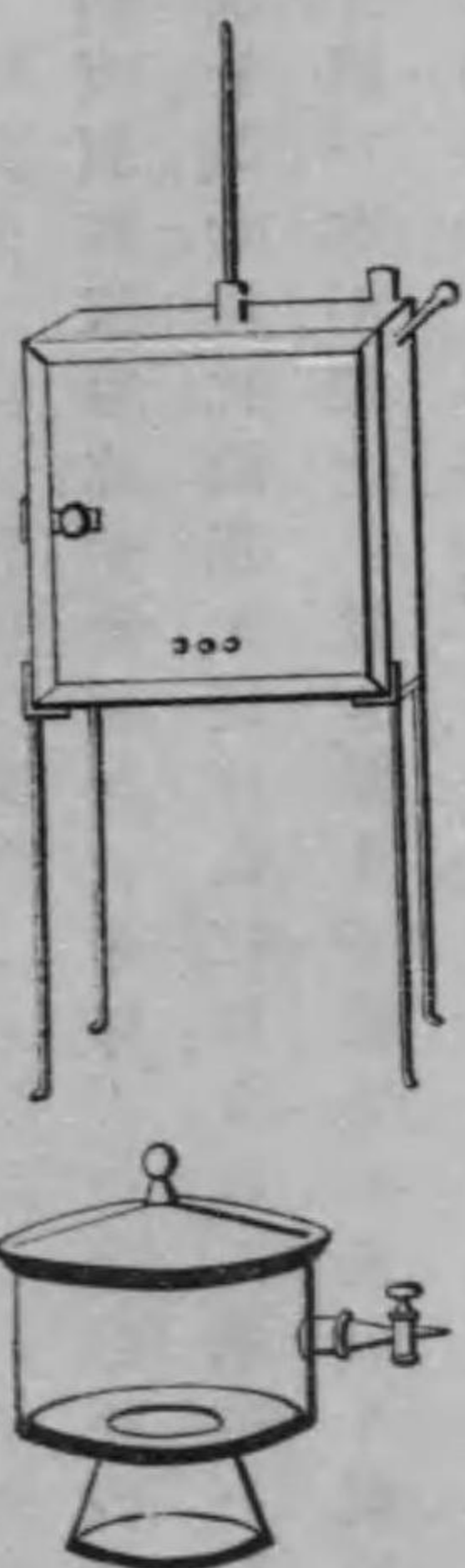
(ニ)次にこの水を嘴付ビーカーに餘滴のなきやうに移す、かくて五回刻度圓筒にて取れば水の總量は五〇〇銖となる。これを次に示す方法で蒸發乾涸して殘滓を秤量するのであるが、この水の總量は小に過ぐれば結果に誤差を招ぎ易いものである、依て本實驗では總量五〇〇銖としたのである、餘り大量に過ぐると實驗時間を多く要する、若し五〇〇銖入立フラスコがあるならば、一回にそれだけの水を量取すれば極めて正確で誤差を小にする。

(ホ)鐵線三脚臺上の金網に(ロ)の秤量した蒸發皿を載せ、量取した刻度圓筒又は立フラスコの水の適量を注ぎ、金網下からブンゼン燈にて熱し沸騰させる。この際

火力強きに過ぐると沸騰が劇烈で泡末を飛散させ、實驗の結果に誤差を招くから、火力を緩やかに調節しなければならぬ。依て如上の突沸を避けるために湯煎器上に載せれば最安全ではあるが、乾涸するに多くの時間を要する。

(ハ)水量が減じなば、ビーカー又は立フラスコから次々と水を注加してこれを補充し、量取した水の全部を蒸發させる。かくて水の全量が悉く乾涸したならば、蒸發皿を空氣乾燥器に移し、一一〇度の溫度で三〇分間加熱すること、第二四圖の如くし、硫酸乾燥器内に放冷し、冷後1/10 匙まで振動法で秤量する。この一一〇度の加熱と硫酸乾燥器内の放冷と1/10 匙までの秤量とを繰返して、二回連續して同一秤量を得るに至る。

圖四二第



て蒸發殘滓のみの質量Mを算出する。

五、結果 (イ)蒸發皿の質量mと蒸發皿に蒸發殘滓の殘れるままの質量m'とを見出したのを、次表の如く整理し

實驗數	值	質量
	蒸發皿 (M)	蒸發皿及殘滓 (m)
	.....g	殘滓 (m' - m = M')
	.....%	殘滓 一〇〇分比

(ロ)得たる殘滓のみの質量を、可換水の總量に對する一〇〇分比に改算して、表中に記入せよ。

(ハ)學校又は自家の飲料水及び雜用水等につき如上の實測をなして、之を比較せよ。若し二人以上が實驗せし時は、其の結果の平均値を求めよ。

## 第二節 飲料水の物理的検査

一、目的 飲料水の衛生検査法中、其の温度清濁、反應等の物理的検査法を理解することを以て目的とする。

二、標準 飲料水の衛生検査をするには、物理的検査と化学的検査との二種があつて、それぞれに衛生學的標準が定められて居る。依て便宜上ここに一括してこれを示す。

(甲)物理的條件 左の諸條件を満足することを要する。

イ、色及び臭氣 無色透明で混濁又は浮遊物がなく、且無臭でなくてはならぬ。

ロ、味及び反應 清涼なる味を有し反應は中性でなくてはならぬ。

ハ、温度 一〇度前後にして、季節によつて變化があつてはならぬ。

ニ、細菌數 病原菌は絶対に含有してはならぬ、其の他の細菌數は一珄中に五〇以内でなくてはならぬ。

(乙)化学的條件 左に掲ぐる物質は、痕跡をも含有してはならぬ。

イ、アンモニヤ分 遊離アンモニヤ及びアンモニウム化合物である。

ロ、亞硝酸分 亞硝酸及び亞硝酸鹽である。

ハ、硫化水素分 遊離硫化水素及び他の硫化物である。

左に掲ぐる物質は、所掲の限界量を超過しては成らぬ。數字は一〇〇分中の瓦量である。

ニ、鹽酸分 〇・〇〇二〇—〇・〇〇三〇%

ホ、硝酸分 〇・〇〇〇五—〇・〇〇一五%

ヘ、硫酸分 〇・〇〇八〇—〇・〇一〇〇%

ト、有機物 過マンガン酸カリ液(0.32:1000)消費量三・一六珄。

チ、硬度 一八・〇〇—二〇・〇〇度

リ、殘滓 〇・〇五%

三、材料 無色試験管約一二本、試験管臺(一二本立)、木栓、木栓壓搾器、寒暖計(一〇〇度每一度刻度)圓底フラスコ(小形約1/8立入)、洗滌瓶、白紙、黒紙、メチールオレンジ液、フエノール、フタレイン液、蒸溜水、可檢水。

四、方法 (イ)色。二本の無色試験管を取り、一方に蒸溜水三—五ccを他方に可檢水同量を入れ、これを黒紙上に立て上部より下底を透視して比較した時、蒸溜水と同様に無色透明でなくてはならぬ。些少の濁滷や浮遊物は、黒紙上に於て深き水層を透して視る時に、より能く認め得らるるものである。

(ロ)臭氣。可檢水を入れたるフラスコの栓を去りて、常溫度にて先づ其の臭氣の有無を檢し蒸溜水に比べ。次に可檢水を圓底フラスコに分取し、木栓を施したる後、ブンゼン燈上に約六〇度に徐熱し、鼻孔下に持ち來りて木栓を去り直ちに臭氣の有無を檢せ。有臭なるものは、揮發性有臭物の溶存するものにして、飲料として不適當である。

(ハ)味。可檢水と蒸溜水とを別々に少量づつ口内に含みて味へし時、可檢水は溶有せる酸素無水炭酸等の微量の影響を受けて、清涼冷寒の味を與へねばならぬ。蒸溜水や沸しざましの水であると、無味淡泊で飲料に適當だといへぬ。

(ニ)反應。二本の無色試験管に可檢水と蒸溜水とを約三ccづつ取り、兩方にメチルオレンジ液二—三滴を加へて白紙上に立て、赤變するか否かを比較して酸性反

應の有無を檢し。同様に二本の無色試験管の水に、フェノールフタレイン液二—三滴を加へ赤變するか否かを比較して、アルカリ性反應の有無を檢する。

(ホ)溫度。補正を施した寒暖計を採り、可檢水の水源に管部の全長を浸す、井水ならば寒暖計を糸にて吊下げればよいが、止むを得ずんば汲立の釣瓶内の水に手早く寒暖計を浸すのである。かくて一五分時位にして指度の全く定まるのを待ち、指度を一度の $\frac{1}{10}$ まで目測する。

井水は水源が深いほど地上の溫度變化の影響を受けないから、季節に依て溫度に變化もなく、從て溫度の一定せる井水は水源が深いから地上の汚水等の侵入も無いことになる。換言すれば、溫度の不變は如上の意味に於て、井水の佳良なる性質を表はす指針である。

家事教科書に時としては、飲料水としての井水の良質なるものは、「夏は冷たく冬は暖かなるべし」と書いてあるのがある。これは皮膚に對する比較的感覺を意味したもので、寒暖計に對する指度を意味したものでない。蓋夏は氣溫は水溫よりも高く、水溫は體溫よりも低いから、空氣に觸れつつありし手指を井水に浸せば

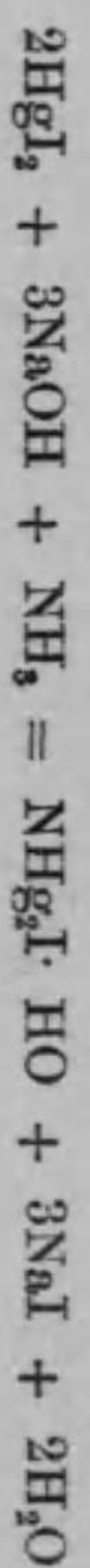
寒冷を感じ、冬は氣温は水温よりも低いから、空氣に觸れつつありし手指を井水に浸せば、よしや水温は體温より低くとも、空氣に對する比較的感で温暖を感じるものである。然しながら、寒暖計で温度を検すれば、水源の甚しく淺からざる井水である限り、示度に殆ど變化が無いことは明らかである。故に前記の家事教科書の文章は、「夏は冷やかに感じ冬は暖かに感ずる水を良しとす」との意味に解すべきであり、又は書き改むるをよしとする。

**五注意** 検査の結果不良なることを知つたならば、先づ井戸浚ひをなし、井底には清淨なる小石を五寸程の深さに敷き、井戸の積石間はセメントにて堅めるか、或は側石を入れ換へ、井戸の地表面の周圍はコンクリートにて塗り堅めると同時に下水の排除を完全なるやうに改修する。かくても尙不良水なる時は、地下の水源の不良なるに基くものだから、他の淨水法を施さなくては成らぬ、そは次節以下にて少しく述べる。

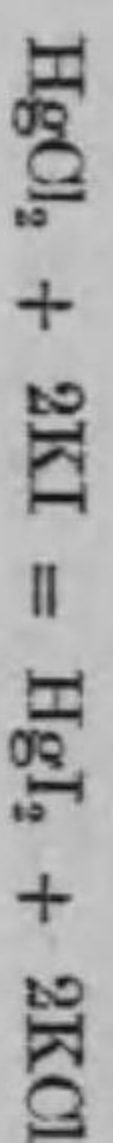
### 第三節 飲料水中のアンモニヤ分の検査

**一、目的** 飲料水としては、衛生上絶対に含有すべからざるアンモニヤ分を含有するか否かを検査することを以て目的とする。

**二、原理** アンモニヤ分はネスレル氏試薬(Nessler's solution)によりて沃化アミド水銀化合物を生じ、黄色乃至黄褐色を呈することに立脚する。



ネスレル氏試薬は、鹽化第二水銀  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ 、一三瓦を水四〇〇ccに溶解せしものに、沃化カリウム  $\text{KI}$  三五瓦を水四〇〇ccに溶解せしものを徐々に攪拌しつつ加ふれば、始めに沃化第二水銀  $\text{Hg}_2\text{I}_2$  の赤色沈澱を生じ、

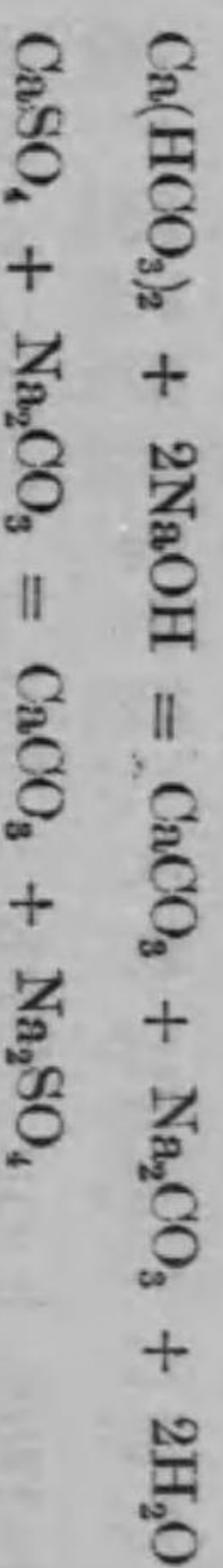


其の全量を加ふるに至れば、沃化第二水銀は溶解して透明なる溶液となる、依てこれに別に作れる鹽化第二水銀の飽和溶液を加へて、明らかに沃化第二水銀の沈澱を生ずるに至らしめ、更に水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$  一二〇瓦と水酸化カリウム



KOH 一六〇瓦とを加へて溶解混合させ、水を加へて全容を一立となしたるまま、數十時間静置し、上清液を採取して瓶に密閉したもので、其の試薬としての作用は、 $2\text{HgI}_2 + 3\text{NaOH} + 2\text{HgI}_2 + 3\text{KOH}$  に基づくと見ることが出来る。

ネスレル氏試薬のアンモニヤに對する作用は、カルシウム分の存在に於て妨げらる、依て可檢水に豫め水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムと  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を加へてこれを沈澱させたる後、ネスレル氏試薬を加ふべきである。

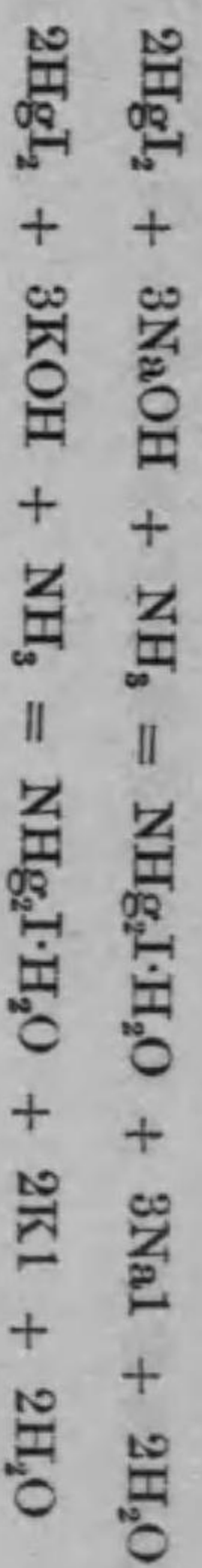


三、材料 水酸化ナトリウム液(1:2)、炭酸ナトリウム液(1:2)、ネスレル氏試薬(又は其の原料薬)無色試験管、可檢水、蒸溜水、洗滌瓶、試験管臺。

四、方法 (イ)可檢水五〇珄と蒸溜水五〇珄とを別々の無色試験管に取り、前者に水酸化ナトリウム液一珄と炭酸ナトリウム液二珄とを加へ、充分混合した後これを約一時間静置する。

(ロ)静置後可檢水の上清液を別の無色試験管に傾注して蒸溜水を入れし試験管

に併置し、兩方にネスレル氏試薬一—二珄を加へる、若し可檢水にアンモニヤ分を含めば、其の含量の多少により黄色乃至黄褐色に變ずるか、或は極めて多量に含まば黄褐色の沈澱を生ずる、依てこの變色又は沈澱の有無を蒸溜水に比較する。



#### 第四節 飲料水中の亞硝酸分の検査

一、目的 飲料水としては、衛生上絶対には含有すべからざる亞硝酸分を含有するか否かを検査することを以て目的とする。

二、原理 亞硝酸を含有する水に沃化カリウム澱粉液或は沃化亞鉛澱粉液を加ふれば、先づ亞硝酸は沃化カリウム  $\text{KI}$  又は沃化亞鉛  $\text{Na}_2\text{I}_2$  を還元して沃素を遊離せしむる。



その沃素は試薬に含有せる澱粉液に作用して、沃素澱粉を生じ藍色を呈することに立脚する。

沃化カリウム澱粉液は、小麥澱粉即生麩又は馬鈴薯澱粉即ち俗稱片栗粉二瓦を秤取し、これに水五〇珄を加へて煮沸攪拌しつつ糊化せしめ、沃化カリウム二瓦を加へて溶解したる後、水を加へて全容を一〇〇珄にしたものである。沃化亞鉛澱粉液を造るには、沃化カリウムの代りに沃化亞鉛を用ふればよい。

亞硝酸は不安定なる化合物で、遊離して飲料水中に含有されることは無く、多くは鹽類として含有される。依て本實驗を行ふには、豫め可檢水に少量の稀硫酸を加へて亞硝酸を遊離せしめたる後、直に沃化カリウム澱粉液又は沃化亞鉛澱粉液を加へて、反應を検さねば成らぬ。



三、材料 無色試験管、試験管臺、沃化亞鉛澱粉液又は其の原料藥、可檢水、蒸溜水、稀硫酸(1:5)

四、方法 (イ)二本の無色試験管に可檢水と蒸溜水とを五〇珄ずつ採取して、試験管臺に立てる。

(ロ)可檢水の試験管に、稀硫酸液一—二珄を加へて、含有せる亞硝酸鹽を分解して亞硝酸を遊離せしめる。

(ハ)次に兩方の試験管に、沃化カリウム澱粉液又は沃化亞鉛澱粉液〇五珄を加へ、變色の有無を観察する。若し亞硝酸分を含まば、直に藍色に變化する、この變色は遅くとも五分時間以内に表はれる時に限り、亞硝酸分の存在を證する。もしこれ

以上の時間が経過すると、硫酸は沃化カリウム又は沃化亞鉛に作用し、少しくこれを分解して沃素を遊離させることが原因となつて、液が藍色に變ずることがあるからである。

### 第五節 飲料水中の硫化水素分の検査

一、目的 飲料水としては、衛生上絶対に含有すべからざる硫化水素分を、含有するか否かを検査することを以て目的とする。

二、原理 硫化水素は一種特有の腐卵臭を有するから、可檢水を其のままに檢臭するか、或は可檢水中温に熱すれば、溶存せる硫化水素の溶解度は温度昇るに従つて減少するから、加熱後に檢臭するかすることに立脚する。

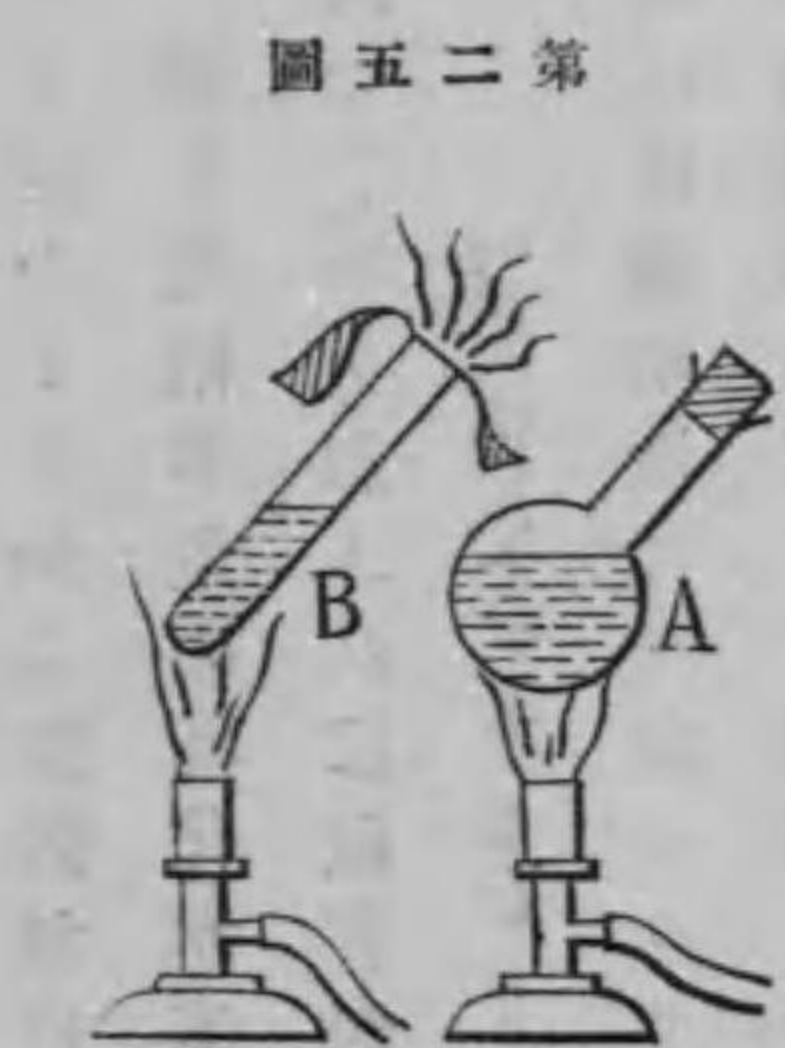
若し又稍多量の硫化水素を含有する水ならば、これに醋酸鉛(鉛糖)  $Pb(CH_3COO)_2$  液(1:10)を加ふれば硫化鉛( $PbS$ )の黑色沈澱を生じ。



或は醋酸鉛液にて濕らせる試験紙に、硫化水素ガスを觸れしむれば、硫化鉛を生じて黒變することに依ても檢知し得る。

三、材料 試験管(數本)、試験管臺、ブンゼン燈、燐寸、圓底フラスコ(18立入)、木栓、木栓壓搾器、醋酸鉛液(1:10)、醋酸鉛紙、可檢水、蒸溜水。

四、方法 (イ)二本の試験管に可檢水と蒸溜水とを約三坩づつ分取し、直接に管口に於て硫酸水素の特臭あるか否かを檢し、相互に比較する。



(ロ)圓底フラスコに約2/3容の可檢水を取り、これに緩かに壓搾器にて軟らげたる木栓を施し、ベンゼン焰上に於て第二五圖Aの如く徐々に約六〇度に加熱し、直に口部を鼻孔下に持ち行き、木栓を抜き取りながら、硫化水素特有の臭氣あるか否かを檢せ。

(ハ)試験管に可檢水約三坩を取り、これに醋酸鉛液二—三滴を加へ、硫化鉛を生じて黒變するか否かを檢せ。この際試験管に別に蒸溜水を取りて醋酸鉛液を加へて、前者の變色の有無を後者に比較するを可とする。

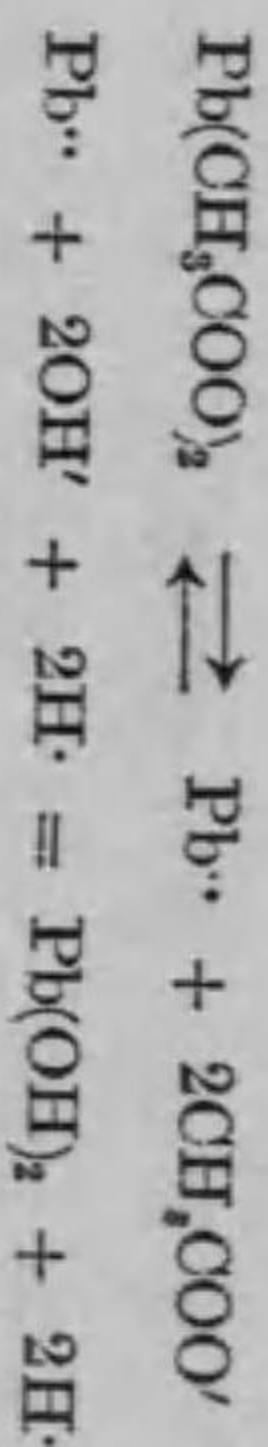
(ニ)圓底フラスコ又は試験管に約2/3容の可檢水を取り、其の口に醋酸鉛紙にて濕はせし濾過紙を張り渡したる後、第二五圖Bの如くこれを加熱して遂に煮沸するに至らしめ、醋酸鉛紙が管口より逃散する硫化水素のために黒變するか否かを

檢せ。

五、注意 (イ)硫化水素は普通の飲料水としての井水中に含有することは極めて稀であるが、温泉鑛泉等の水中には多量に含有することは少くない、これ等を硫黄泉と稱する。

(ロ)硫化水素を醋酸鉛液にて檢知する時に、若し可檢水が硬度の高き時は、豫め水酸化ナトリウム液(1:5)及び炭酸ナトリウム液(1:3)を加へてこれを沈澱させること、アンモニヤ分の檢出の時の如くする。

(ハ)醋酸鉛液を作る時に、溶液が多少白濁するならば、それは醋酸鉛が加水分解をしたのである。



依てこれに微量の醋酸を點滴混合すれば、溶解して、再び透明液が得らるる。

(ニ)硫化水素を檢知する他の方法として、可檢水に醋酸鉛液の代りに、ニトロフェリシヤン酸ナトリウム(ニトロプルシッドナトリウム)  $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO} \cdot$  液(1:5)を加へ

ると、其の量の多少により赤紫色乃至赤色に變ずる反應によることもある。試薬があらば、兩法を試みれば正確である。

### 第六節 飲料水中の鹽酸分の検査

一、目的 飲料水としては、衛生上 $0.002-0.003\%$ 以上を含有すべからざる鹽酸分即ち鹽化物としての鹽素イオンの、有無及び限界量に對する多少を検知することを以て目的とする。

二、原理 鹽素イオンは銀イオンに遇へば鹽化銀の白色沈澱を生ず、故に可檢水に硝酸銀液を加へて鹽化銀の沈澱を生ずるか否かに依て、鹽素イオンの有無を検知し得る。

然れども、可檢水中に炭酸イオンを含有する時は、硝酸銀によりて炭酸銀の白色沈澱を生じ前者と混同する。然るに後者のみは硝酸に溶解する。換言すれば炭酸銀の沈澱は硝酸々性液に於て生成せず、依て可檢水に豫め硝酸を加へて酸性液となし、然る後硝酸銀液を加へて前記の沈澱の生成の有無を検する方法を採る。



鹽酸分の存在を検知せし後、其の含量が衛生上の限界量を超過するか否かを檢

するには、其の限界量だけを含有する對照液を造り、これに可檢水を對比しつつ同量の硝酸及び硝酸銀液を加へ、生ぜし鹽化銀の沈澱量を比較し、其の多少に依つてこれを決定する。この方法では含有する鹽素分の絶對分量を定量することは不可能であるが、しかし衛生上の限界量を超過するか否かは容易に且明らかに決定し得る。

三、材料 無色試験管、試験管台、黒色紙、稀硝酸(1:5)、硝酸銀液(1:20)、對照液(NaCl: H<sub>2</sub>O = 0.0329 : 1000)、可檢水、蒸溜水、洗滌瓶。

四、方法 (イ)二本の無色試験管に可檢水と蒸溜水とを二五坵位づつ取り、兩方に稀硝酸二―三滴を加へて酸性にする。

(ロ)次に硝酸銀液五滴を加へて混合攪拌し、黒紙上に試験管を立て、上方より水層を透して之を視たる時に、蒸溜水の方に比して可檢水が白濁を生ずれば鹽素イオンの存在を示す。

(ハ)限界量を超過するか否かを檢するため、二本の無色試験管に別々に可檢水と對照液とを二五坵づつ取り、(イ)(ロ)と同様に稀硝酸と硝酸銀液とを加へて白濁の度

を比較せし時に、可檢水が蒸溜水のそれよりも小なる時は、限界量以下なることを證するにより、飲料水として可なることを示すものである。

五、注意 鹽酸分を定量するには、可檢水に一〇%クロム酸カリウム(K<sub>2</sub>CrO<sub>7</sub>)液を加へたる後、N/10硝酸銀液( $\frac{AgNO_3}{10}$  : 1000)を加へて始めに鹽化銀の白色沈澱を生じ、遂にクロム酸銀の沈澱のために微に類似赤色を呈するに至るまでに消費せし硝酸銀液の坵數より、化學方程式上の數量に立脚し、硝酸銀液一坵は鹽酸分〇.〇〇三五四五瓦に相當し、鹽化ナトリウム〇.〇〇五八五瓦に相當するとして計算するのであるが、こは本實驗の目的外であるから省略する。

### 第七節 飲料水中の硝酸分の検査

一、目的 飲料水としては、衛生上 $0.0005-0.0015\%$ 以上を含有すべからざる硝酸分即硝酸イオンの含有の有無及び限界量に對する多少を検知することを以て目的とする。

二、原理 硝酸分を含める水にデフェニール・アミン $(C_6H_5)_2NH$ の硫酸溶液を加へると藍色を呈すること、或は硝酸分を含める水にプルシン $C_{12}H_{10}(OCH_2)_2N_2O_2$ の硫酸溶液を加へると赤色を呈することに立脚してこれを検知する。

硝酸分の存在を検知せし後、其の含有量が衛生上の限界量を超過するか否かを知るには、蒸溜水に硝酸カリウムを溶解せし對照液を造り、これに前記の如くデフェニール・アミン液又はプルシン液を加へて生ぜし藍色又は赤色が、可檢水に於て淡色なるか濃色なるかを比較してこれを判断する。

三、材料 無色試験管、試験管台、白紙、デフェニール・アミン硫酸液(デフェニール・アミン一瓦を小形のビーカーに取り、これに濃硫酸五〇珎を加へて少しく温めて溶解さ

せた溶液)、プルシン硫酸溶液(プルシン一分を小形のビーカーに取り、これに濃硫酸二珎を加へて溶解し、更に水を加へて全容一〇〇珎となしたる溶液)、濃硫酸比重一・八四、可檢水、蒸溜水、洗滌瓶。

四、方法 (イ)二本の試験管に別々に可檢水と蒸溜水とを二五珎づつ取り、兩方にデフェニール・アミン硫酸液四—五滴を加へて充分に攪拌混合したる後、管壁に沿ふて管底に濃硫酸五珎位を徐々に流し込む。然る時は、濃硫酸は比重大なるによりて上下二層をなすに至る。此際可檢水中に硝酸分を含有すれば、二層の接觸面に藍色の環を生ずる、依てこれを蒸溜水に比較する。

(ロ)若し又(イ)の實驗に於て、デフェニール・アミンの代りにプルシン硫酸液を用ふれば、上下二層の接觸面に於て、硝酸分の存在のために赤色環を生ずるものである、白紙を背後に置いて檢すれば明瞭である。

(ニ)已に(イ)(ロ)の實驗に於て、可檢水中に硝酸分の存在が確定されたならば、次に其の含量が限界を超過するか否かを、左の如く檢する。

二本の無色試験管に可檢水と對照液とを各二五珎づつ取り、各にデフェニール・ア

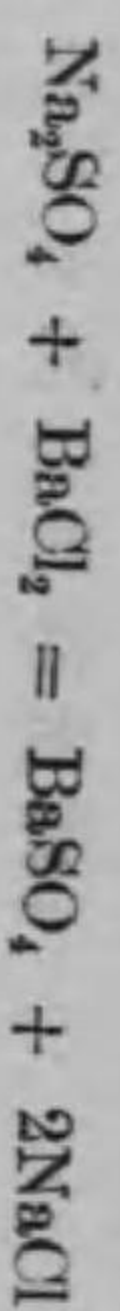
ミン硫酸液又はプルシン硫酸液各四—五滴を加へて混合し、次に管壁に沿ふて濃硫酸五滴を加へ、上下二層液を造り、其の接觸面に生ずる藍色環又は赤色環の濃さを互に比較する。若し可檢水の環色が、蒸溜水の環色よりも淡ければ、硝酸分が衛生上の限界量を超過せざるものと決定する。

**五注意** 硝酸分を定量するには、(イ)硝酸分を還元鐵及び稀硫酸を以て還元し、生ぜるアンモニヤを定量することに基くウルシユ(Ursin)法。(ロ)鹽酸及び鹽化第一鐵を以て硝酸を還元し、生ぜる酸化窒素の體積を定量することに基くシュルチエチーマン(Schulze-Tiemann)法。(ハ)藍靛液の綠變に基くマルツクス・トロムスドルフ(Mark-Trommsdorff)法等があるが、こは本實驗の目的でないから省略する。

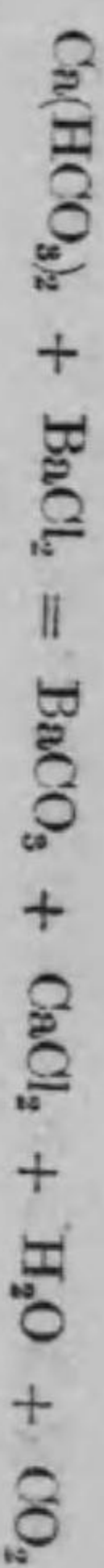
## 第八節 飲料水中の硫酸分の検査

**一、目的** 飲料としては、衛生上の限界量〇〇〇八—〇〇一〇一%を超過すべからざる硫酸分の含有の有無、限界量に對する含量の多少等を檢知することを以て目的とする。

**二、原理** 硫酸分はバリウムイオンに遇へば、水にも酸にも不溶性の硫酸バリウムの白色沈澱を生ずることに基き、可檢水に鹽化バリウム液を加へ、硫液バリウムを沈澱するか否かに依て其の存否を檢知する。

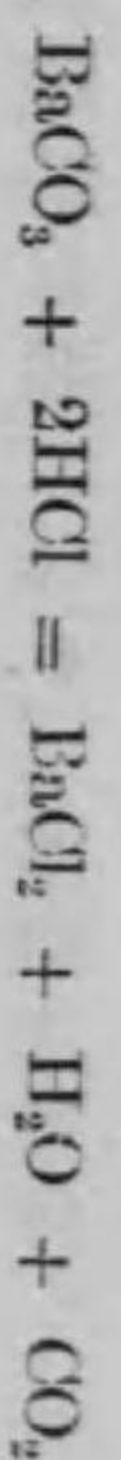


可檢水が若し硝酸分以外に炭酸鹽を含有すれば、硫酸バリウムに伴ふて炭酸バリウムの沈澱を生じて前者と混同する。



依て豫め可檢水に鹽酸を加へて酸性となし置かば、炭酸バリウムを溶解し得るから、この缺點を避け得る。





硫酸分が限界量を超過するか否かは、可檢水と對照液とに別々に同量の鹽化バリウム液を加へ、依て生ぜし硫酸バリウムの白色沈澱の濃さを比較することに依て、これを決定し得る。

三、材料 無色試験管、試験官臺、黒紙、鹽化バリウム液(1:1.9)、硫酸對照液(0.01:100)、可檢水、蒸溜水洗滌瓶、稀鹽酸(1:5)。

四、方法 (イ)二本の無色試験管に可檢水と蒸溜水とを各二五ccを取り、兩方に稀鹽酸二—三滴を加へて振盪し、酸性溶液と爲せ。

(ロ)次に右の鹽酸々性溶液に、各鹽化バリウム液三—四滴を加へて振盪し、黒色紙上に立て、硫酸バリウムの白色沈澱を生ぜるか否かを、蒸溜水のそれに比較して檢する。

(ハ)硫酸分の含有を確知せし後、其の含有量が衛生上の限界量を超過せるか否かは、左の如く検査する。

二本の無色試験管に、可檢水と對照液とを各二五ccづつ取り、兩方に稀鹽酸二—

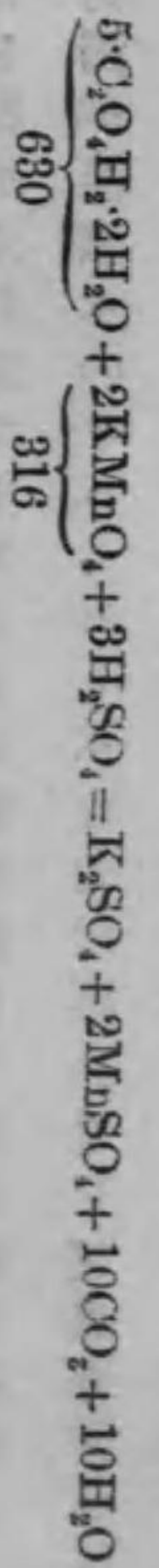
三滴と鹽化バリウム液三—四滴とを加へて振盪し、生ぜる硫酸バリウムの沈澱による白濁を、黒紙上に立て上方より比較透視して其の濃さを檢する。若し可檢水による白濁が蒸溜水のそれよりも小ならば、限界量を超過せざるものと決定する。

五、注意 硫酸分を定量するには、可檢水に稀鹽酸を加へて酸性となしたるものに、鹽化バリウム液を加へ、暫時煮沸後靜定してこれを濾過し、濾紙上の硫酸バリウムを紙と共に空氣乾燥器に乾燥秤量し、硫酸バリウムと硫酸との化學當量の關係より、沈澱量に〇.三四二九を乗じて硫酸量を測知する方法はあるけれども、本實驗の目的外だから省略する。

### 第九節 飲料水中の有機物の検査

一、目的 飲料水としては、衛生上より過マンガン酸カリウム液(0.32:1000)の消費量三・一六毫に相當する有機物量以下なるべきを要する有機物が、可檢水中に含有せらるるか否か、或は含有するとせば限界量を超過するか否かを檢知することを以て目的とする。

二、原理 過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  の水溶液は紫赤色を呈するものであるが、若し水中に酸化さるべき有機物が含有されると、過マンガン酸カリウムは分解して酸素を放ち、これを酸化するから、紫赤色が消失して無色となる。この變化は硫酸性溶液に於て甚だしい、今假に有機物を樟酸  $\text{C}_6\text{H}_5$  にて表はすと左の如くである。



依て過マンガン酸カリウム三・一六毫は樟酸六三〇毫によりて正しく脱色さる

る。従つて過マンガン酸カリウムの一〇〇分一量即ち三・一六毫を一〇〇〇毫に溶解せし溶液三・一六毫は、樟酸の一〇〇分一量即ち六三〇毫の一〇〇〇分三・一六に依て正しく脱色せらることとなる。この量は明らかに  $0.0063 \times 3.16 = 0.0199$  毫である、これ有機物を樟酸と假定せし場合の可檢水一〇〇毫中の限界量であることが判る。

三、材料 ビュレット(括栓付青筋入)、ビュレット台、小形ビーカー、鐵線三脚台、鐵網、ブンゼン燈、燐寸、硝子棒、稀硫酸(1:3)、過マンガン酸カリウム液(0.316:10000 = 0.32:1000)可檢水。

四、方法 (イ)、ビュレットに過マンガン酸カリウム液を入れ、これをビュレット・スタンドに支持し、下方の尖口下に試験管又はビーカーを置き、括栓を開きて少量の過マンガン酸カリウム液を流出させ、以てビュレットの嘴管を過マンガン酸カリウム液にて満たし、次にビュレットの液面に相當する度目を視差を避けながら正確に讀む、これを  $m$  と假定する。

(ロ)、次にビーカーに可檢水一〇〇毫を正確に量取し、これに稀硫酸五毫を加へた

る後、鐵線三脚臺上の金網に載せ、ブンゼン燈にて約五分間煮沸したる後、火を去りて放冷する。

(ハ) ビーカーの可檢水が約九〇度に冷却するを待ち、これをビュレットの嘴管下に持ち行きビュレットより過マンガン酸カリウム液を徐々に滴下するやうに括栓を廻して調節する。始めは滴下せし過マンガン酸カリウムの紫赤色は速に脱色するも、次第に脱色の速さは遅くなる、依て硝子棒にて攪拌しつつ滴下の速さを遅くするやうに括栓を調節する。かくて最後の一滴が脱色せず、ビーカー内の可檢水に、微に紫赤色に着色するに至つて止める。

(ニ) 依てビュレット内に残りし過マンガン酸カリウム液の表面に相當する度目を讀み、これを  $n$  とする。

(ホ) 度目  $m$  と  $n$  との関係より、ビーカーの可檢水に加へし過マンガン酸カリウム液量  $m - n$  耗を知ることを得る。この耗数は、三・一六耗よりも小なる時は、可檢水中の有機物量は限界量を超過せずと決定する。

(ヘ) 本實驗に於て、標準對照液として、稀酸  $0.5$  瓦を蒸溜水  $1000$  耗即一立に

解せし溶液  $100$  耗を小形ビーカーに取り、稀硫酸  $5$  耗を加へて煮沸すること(ロ)の如くし、九〇度に冷却せし後(ハ)の如くビュレットより過マンガン酸カリウム液を滴下し、最後の一滴が脱色せずして微に紫赤色を呈するまでに要せし耗数を讀み、可檢水の耗数がこれを超過せざることを條件としてもよい。理論上では、前記の對照液に要する耗数は、三・一六耗である。

**五、注意** 右に示した検査法は、可檢水を酸性液として検査するクローベル氏法と稱するものであるが、この外に可檢水をアルカリ性液として検査するシユルチエ氏法と稱するものもある。

可檢水  $100$  耗に  $0.5$  耗の水酸化ナトリウム液(ニ)を加へ、過マンガン酸カリウム液にて滴定する方法であるが、本實驗では複雑を避くるためにこれを省略する。

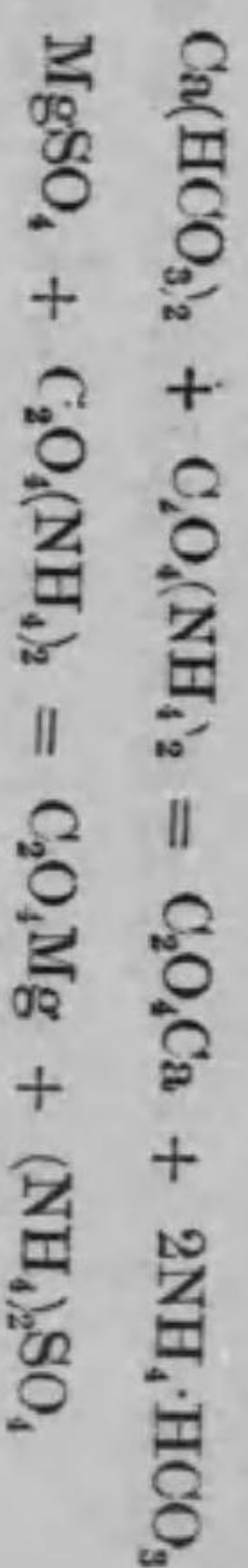
## 第一〇節 飲料水中の硬度の検査

一、目的 飲料水としては、衛生上硬度は一八—二〇度を限界度として居る、水中の硬度分は幾分かは吸収されて栄養の效を呈するも、過度なる時は腸胃を害するものだからである。依て硬度の有無及び限界量に對する多少を検査することを以て目的とする。

二、原理 水の硬度の原因をなす物質は、カルシウム及びマグネシウムの酸式炭酸鹽  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 、硫酸鹽  $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{MgSO}_4$ 、鹽化物  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{MgCl}_2$  である、而して水一〇萬分中にこれ等のカルシウム鹽及びマグネシウム鹽の總量を、酸化カルシウムに改算せし量を獨逸硬度と稱する。

硬度の原因物中酸式炭酸鹽より來れるものを一時硬度といひ、硫酸鹽及び鹽化物より來れるものを永久硬度といふ、これに對してこの兩硬度の和を總硬度と稱する。衛生上の限界量一八—二〇度と稱するのは、この總硬度につきていふのである。

カルシウム・マグネシウムの酸式炭酸鹽硫酸鹽鹽化物量を酸化カルシウムとして改算するといふのは、これ等の鹽類一瓦分子量は恰も酸化カルシウム一瓦分子量と化學當量である、依て前者の一瓦分子量を含有せる場合に後者の一瓦分子量を含有するものと見做すのである。例へば、酸式炭酸カルシウム一瓦分子量即ち  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 40 + (1 + 12 + 16 \times 3) \times 2 = 162$  瓦は酸化カルシウムの一瓦分子量即ち  $\text{CaO} = 40 + 16 = 56$  瓦を含有するのと當量である。故に可檢水一〇萬分が假に酸式炭酸カルシウムの一六二瓦のみを含有するものとすれば、其の獨逸硬度は五六度である。これを測定するには、可檢水中にアンモニヤ性溶液に於て、稀酸アンモニウムを加へる、然る時は左の反應によつて、稀酸カルシウム又はマグネシウムの白色沈澱を生ずる。



依て硬度分の有無を検査することが出来る。

若し含有量は所定の限界量を超過するか否かを知らんとせば、硬度一八度又は

二〇度に相當する硫酸カルシウム(又は鹽化カルシウム)標準對照液を造り、これと可檢水とに同量のアンモニヤ性醋酸アンモニウム液を加へ、生ぜし白色沈澱の濃さを比較することに依て、之を判定し得る。

三、材料 無色試驗管、試驗管臺、アンモニヤ水、醋酸アンモニウム液(一)、對照硫酸カルシウム液(6.142 : 1000)、可檢水、蒸溜水、洗滌瓶。

四、方法 (イ)可檢水と蒸溜水とを二本の無色試驗管に各二五坩づつ取り、兩方にアンモニヤ水一—二滴を加へ振盪混合してアルカリ性となせ。

(ロ)兩試驗管に各醋酸アンモニウム液〇.五—一.〇坩を加へ、再び振盪して試験管臺上に立て、上方より下底を透視して可檢水が白濁せしか否かを、蒸溜水に比較して決定する。この際白濁の有無が不鮮明ならば、黒紙上に立てて上方より透視すれば判明すべきである。

(ハ)以上の實驗により硬度分の存在を確定したならば、左法によりて限界量に對する多少を決定する。

二本の無色試験管に、可檢水と標準對照液とを二五坩づつ取り、兩方にアンモニ

ヤ水を加へてアルカリ性となし、次に醋酸アンモニウム液〇.五—一.〇坩を加へ、生ぜし白濁の度を互に比較する。この際可檢水の白濁度が、對照液のそれよりも少ならば、限界量以内であるとする。蓋本實驗に使用した對照硫酸カルシウム液は、硬度一八度に相當するものである。

五、注意 カルシウム・マグネシウム分を定性的に檢知する方法や、硬度測定の方法は、純正化學分析法上よりいへば、以上述べた方法以外に種々あるも、本書では専門分析を指導するのでは無く、家事實驗として實行され易き方法を採用したのであるから、如上の専門分析法はこれを省略する。

### 第一一節 飲料水中の蒸發殘滓の検査

一、目的 飲料水としては、衛生上の限界量〇・〇五%以下であるべき蒸發殘滓が、果して限界量以下なるか否かを検査する方法を知ることをして目的とする。

二、原理 水は一氣壓の下に於て一〇〇度の温度に熱すれば氣化し去れども、水中に溶存する固形物は氣化することなく殘留する。依て質量既知の器内に於て、一定量の可檢水を蒸發乾涸したる後、器と共に殘滓の質量を秤取し、器の質量との差より、殘滓の一〇〇分比を見出し、衛生上の限界量に比較して飲料水としての適否を判定する原理に基く。

三、材料 天秤秤量一〇〇瓦感量〇・一疋、分銅(天秤に應ずるものにしてライダイトをも備ふるを要す)、蒸發皿(徑二・五寸位)、硫酸乾燥器、鐵線三脚臺、金網、ブンゼン燈、燐寸、空氣乾燥器、寒暖計(一五〇度毎一度刻度)、可檢水、刻度圓筒(又は立フラスコ)、ノート、鉛筆、坩堝挾、湯煎器。

四、方法 (イ)蒸發皿を取り、始めに雑用水にて清洗し、次に蒸溜水にて清洗したる

後、鐵線三脚臺上の金網に載せ、ブンゼン燈の酸化燐にて赤熱すること約一〇―二〇分時にして一旦空氣乾燥器に入れ、一一〇度の温度にて暫時乾燥せし後硫酸乾燥器内に放冷せよ。

(ロ)常温度に冷却せし後、先端を灼熱乾燥せし坩堝挾にて取出し、手早く天秤にて〇・一疋まで秤量せよ。

(ハ)次に再び灼熱乾燥放冷すること(イ)(ロ)の如くし、常温に冷却せし後〇・一疋まで秤量することを繰返し、前後二回連續して同一秤量を得るに至れ、今これをmとせん。

(ニ)刻度圓筒又は立フラスコに可檢水二五〇ccを正確に取り、湯煎器上の蒸發皿に其の適量を注加して蒸發すると第二六圖の如くし、時々可檢水を蒸發皿に補充して遂に其の全量を蒸發乾涸せしめる。

(ホ)乾涸せし後これを空氣乾燥器に移し、一一〇度の温度にて約三〇分間乾燥させ、これを硫酸乾燥器に移して常温度に放冷後、坩堝挾にて取出し、手早く天秤にて

第二十六圖



○一 庭まで秤量する。

(ハ) 蒸發皿を再び空氣乾燥器に移し、一一〇度に加熱すること約三〇分間にして硫酸乾燥器に放冷し、冷後これを○一庭まで秤量することを繰返し、前後二回連續して同一秤量を得るに至れ、これをnとせん。この結果から、殘滓量の一〇〇分比を次の如く整理算出する。

五、結果 (イ) 以上の實驗にて得たる結果を次表の如く整理して、殘滓量Mを算出せよ。

實驗數	值種目	蒸發皿の質量(三)	蒸發皿と殘滓との質量(四)	殘滓の質量(四一n=M)
.....				.....

(ロ) 殘滓量Mは可檢水二五〇珎中の質量である、依てこの結果を左の如く計算して一〇〇分比となせ。

$$250 : 100 = M : x \quad x = \frac{100 \times M}{250}$$

### 第一二節 洗濯水の鐵分の作用

一、目的 洗濯水中に鐵化合物が含有するならば、石鹼及び炭酸ナトリウムを使用するアルカリ液濕式洗濯に於て、如何なる有害作用を洗濯劑及び洗濯物に對して及ぼすかを證明し、この有害作用を受けたる洗濯物を無害ならしむるために、如何なる處置をなすべきかを知らしむるを目的とする。

二、原理 鐵化合物は二價原子としての第一鐵化合物と三價原子としての第二鐵化合物とを造る。後者は前者よりも空氣中では安定だから、天然水中には第二鐵化合物として含有することが多いが、然しながら第一鐵化合物をも含有することは決して少なくは無い。

第一鐵化合物の水溶液に水酸化物又は炭酸鹽等の水溶液を作用させると、前者では其の儘の電離による水酸イオンにより、後者では加水分解による水酸イオンによりて、水酸化第一鐵 $Fe(OH)_2$ の綠白色沈澱を生じ、これを空氣に曝らせば酸化して赤褐色の水酸化第二鐵 $Fe(OH)_3$ に變ずることを原理とする。

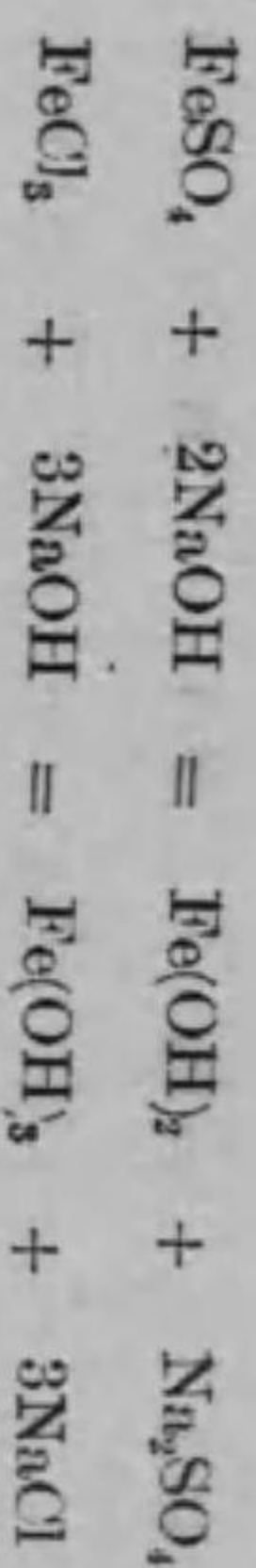
第二鐵化合物の水溶液に水酸化物又は炭酸鹽等の水溶液を作用させると前者では其の儘の電離による水酸イオンにより、後者では加水分解による水酸イオンによりて、水酸化第二鐵  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  の赤褐色を生ずることを原理とする。

鐵化合物の洗濯物に對する有害作用を除去する法は、これを稀酸溶液に浸漬すれば、稀酸鐵となりて溶解し去ることに立脚するもので、この變化を水酸化第一鐵につきて示せば、左式の如くである。

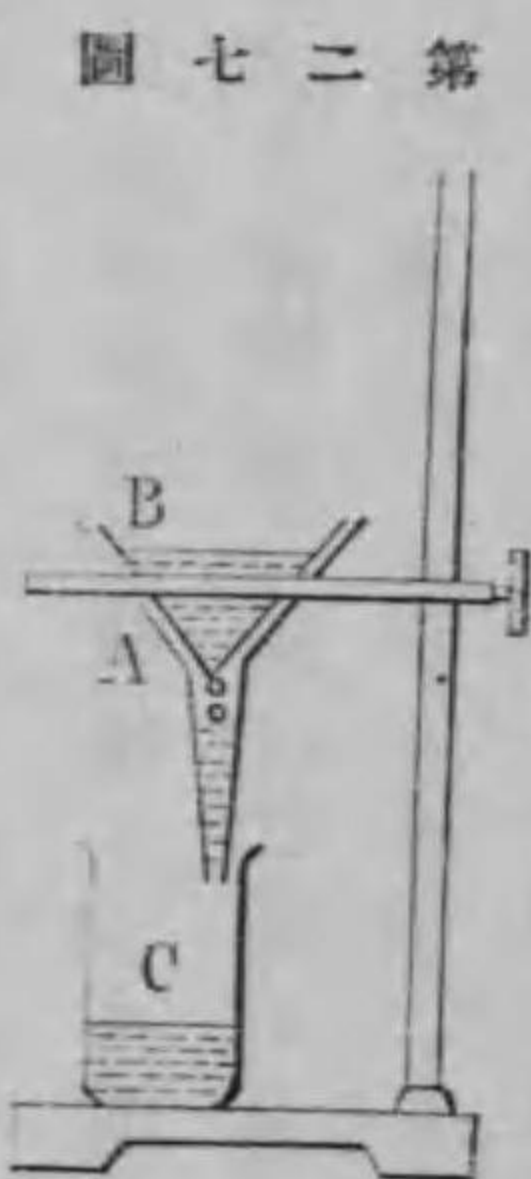


三、材料 試験管、試験管臺、漏斗、漏斗臺、濾過紙、晒木綿片(方一—二寸)、ビーカー(小形)、硝子棒、硫酸第一鐵、鹽化第二鐵(過鹽化鐵)、炭酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、石鹼、アルコール溶液、稀酸、蒸溜水、洗滌瓶。

四、方法 (イ)二本の試験管に別々に硫酸第一鐵  $\text{FeSO}_4$  と鹽化第二鐵  $\text{FeCl}_2$  との溶液約三銚を取り、各に水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$  の溶液一—二滴を加へて變化を観察すると、前者では水酸化第一鐵  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  の緑白色沈澱を生じ、後者では水酸化第二鐵  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  の赤褐色沈澱を生ずる。

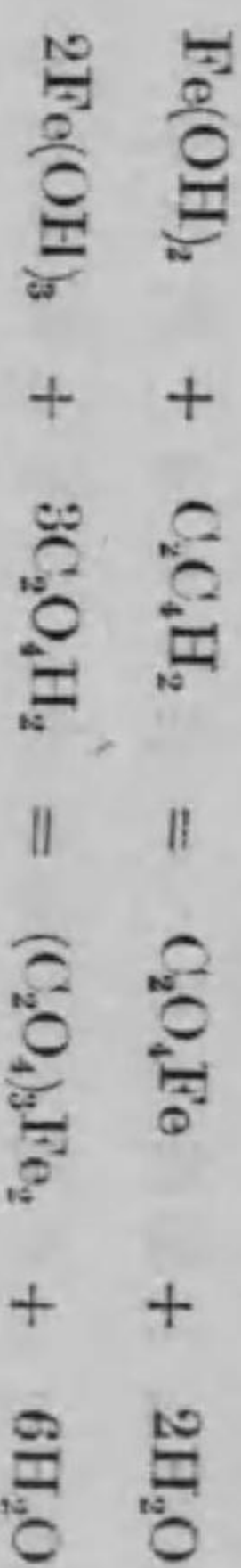


(ロ)更に兩試験管に水酸化ナトリウム液一銚許りを加へ水酸化鐵の生成を完結せしめ、兩方を別々に第二七圖の如く漏斗Aに装置せる濾過紙Bにて濾し、濾液Cはこれを捨て、濾過紙上に留まりたる沈澱を空氣に曝らせば、水酸化第二鐵は變色をしないが、水酸化第一鐵は次第に赤褐色に變ずる、これ酸化して水酸化第二鐵になるからである。



(ハ)水酸化第一鐵及び水酸化第二鐵の沈澱に別々に稀酸液を加へると、それぞれに稀酸第一鐵及

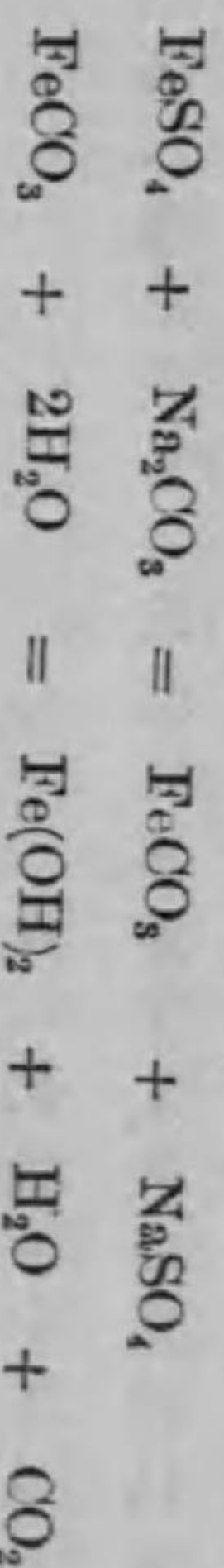
び稀酸第二鐵を生じて沈澱は溶解する、其の變化は左の如くである。



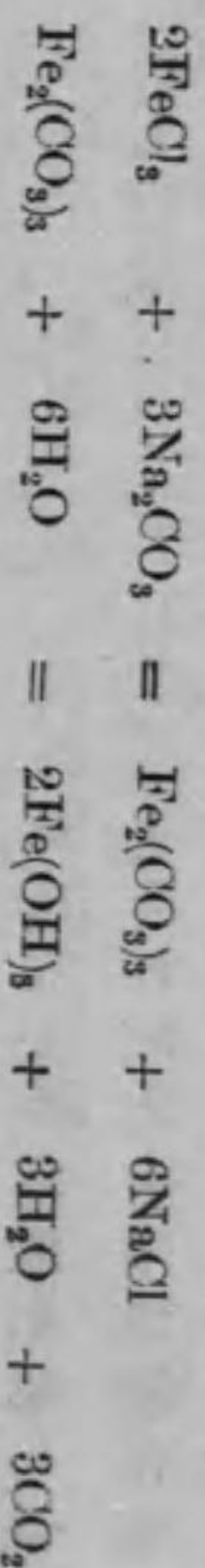
(ニ)二本の試験管に硫酸第一鐵液と鹽化第二鐵液とを別々に約三銚を取り、各に



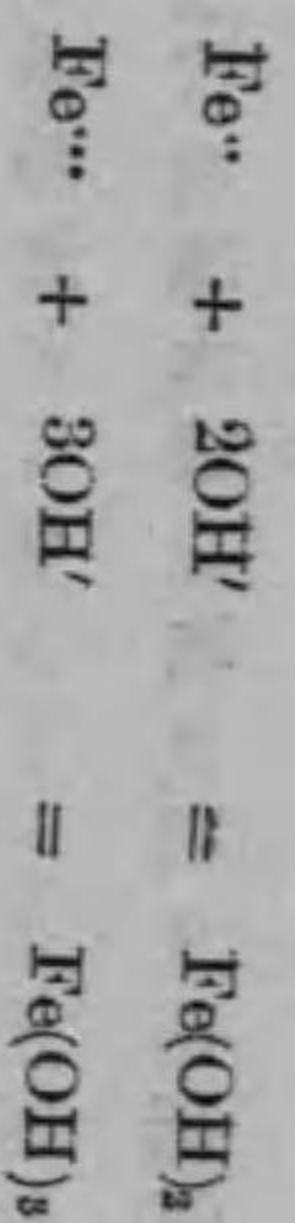
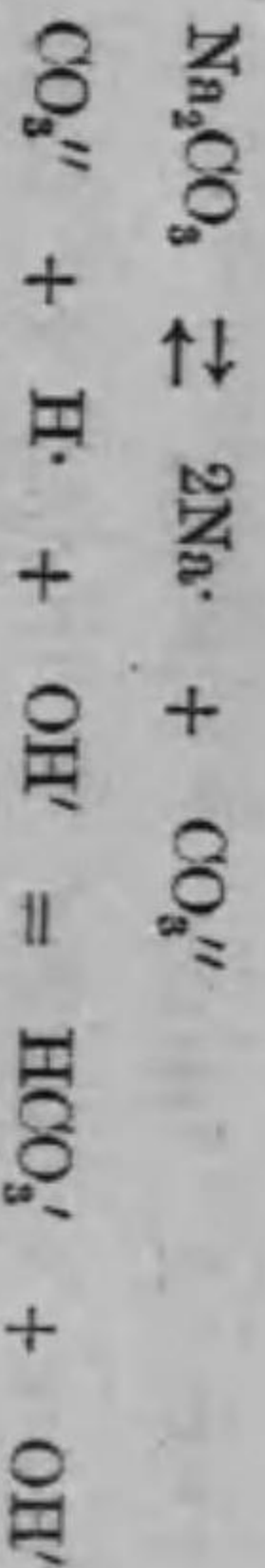
炭酸ナトリウム液一坩許を徐々に滴下しつゝ起る變化を観察し、これを(イ)に比較すれば、殆ど同様の變化を起すことを知る。これ前者に於ては、一旦生ぜし炭酸第一鐵の沈澱が直に加水分解して水酸化第一鐵を生じ、



これが空氣中に酸化して、水酸化第二鐵に變じ。後者に於ては、一旦生ずると考へ得べき炭酸第二鐵の沈澱が、直に加水分解して水酸化第二鐵を生じたのである。



この變化は、又炭酸ナトリウムが水溶液に於て加水分解によつて生じた水酸イオンが、第一鐵イオン又は第二鐵イオンに作用して水酸化第一鐵又は水酸化第二鐵の沈澱を生ずるものとも考へ得る。

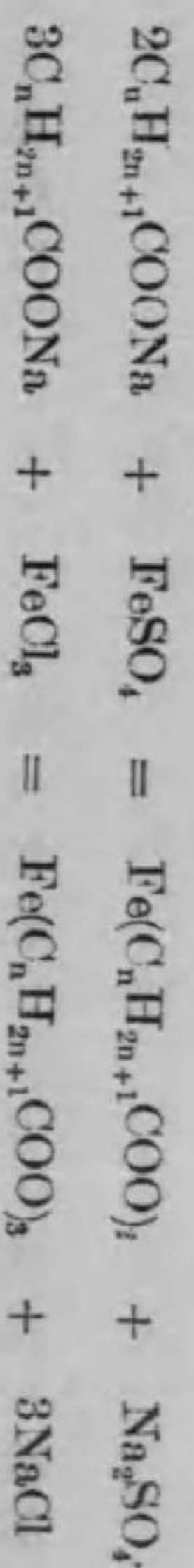


(ホ)(ニ)によりて生ぜし水酸化第一鐵及び水酸化第二鐵の沈澱に、別々に稀酸液を加へて溶解することを檢せ、これ水に可溶性なる稀酸第一鐵及び稀酸第二鐵を生じたのであること(イ)と同様である。

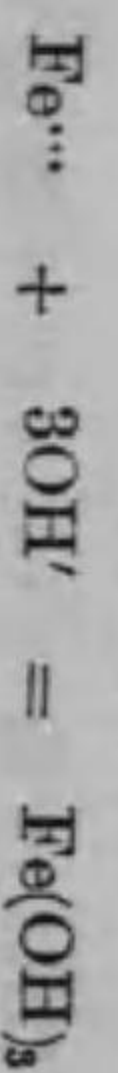
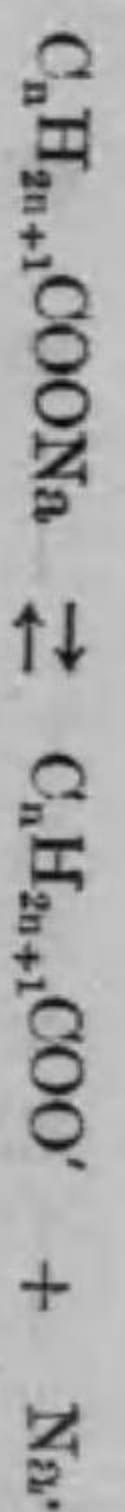
(ハ)二枚の晒木綿片を別々に硫酸第一鐵液と鹽化第二鐵液とに約一〇—一五分間浸して軽く搾り上げ、これを炭酸ナトリウム液に浸すこと約五—一〇分時にして強く搾り上げ、各片を別々に二分し、其の一部を其の儘に日光に曝して乾かし、他の一部を稀酸液に浸して水洗せし後に日光に曝らして乾かし、乾燥後其の色合を檢すれば、前者はいづれも褐色の水酸化第二鐵の沈澱を附着し居れども、後者はいづれも無色純白である、これ後者は稀酸によりて沈澱が溶解し去られたからである。

(ト)二本の試験管に別々に硫酸第一鐵液と鹽化第二鐵液とを約三坩づつ取り、各に石鹼溶液約一坩を徐々に滴下しつゝ振盪すれば、前者は黄綠色の後者は赤褐色

の沈澱を生ずる。これ主として左の反應によりて前者は第一鐵石鹼を後者は第二鐵石鹼を生じたからである。



この際、石鹼は水溶液に於て加水分解して水酸イオンを有するから、鐵イオンと化合して多少の水酸化第一鐵及び水酸化第二鐵の沈澱を混有するものと見なければならぬ。



而して前者の沈澱は、これを空氣中に曝らせば、酸化して後者の沈澱と同様に變化して赤褐色となる。

(チ)二枚の晒木綿を取り、別々に硫酸第一鐵液と鹽化第二鐵液とに一〇—一五分

間浸して軽く搾り上げ、これを石鹼液に浸すこと五—一〇分時にして強く搾り上げたる後、各片を二分して一方を稀酸液に浸して檢すること(へ)の如くすれば、稀酸液に浸したる方は無色純白なることを知る。

五、結果 (イ)右の實驗により、第一鐵イオン及び第二鐵イオンは、水酸イオンによりてそれぞれに水酸化第一鐵及び水酸化第二鐵の沈澱を生じ、これを空氣に曝らせば前者は酸化して後者に變じ赤褐色となることを知る。

(ロ)第一鐵イオン及び第二鐵イオンは、石鹼液によりそれぞれに第一鐵石鹼及び第二鐵石鹼を沈澱し、これを空氣に曝らせば前者は後者に變ずると共に、石鹼の加水分解による水酸イオンのために、多少の水酸化第一鐵及び第二鐵の沈澱をも生ずることを知る。

(ハ)依て白布類のアルカリ性液洗濯に於て、用水が第一鐵化合物又は第二鐵化合物を溶有する時は、水酸化第一鐵又は水酸化第二鐵の沈澱によりて色相を害すると共に、洗濯劑が石鹼ならば鐵石鹼を沈澱するために石鹼を無益に消費せらるることを知る。

(三)水酸化第一鐵及び水酸化第二鐵の沈澱は、稀酸に浸すことによつてこれを溶解除去し得る、依て止むを得ず鐵分含有の水にて白布のアルカリ液洗濯をなしたる後は、必ず稀酸處理をなすべきことを知ると同時に、成るべく鐵分を含有せざる水を洗濯用水として選定すべきことを知る。

### 第一三節 洗濯水の鐵分の検査

一、目的 洗濯水中に鐵分を溶有することは有害だから、其の存否を検知すると共に、これを豫め除去するに適當なる方法を知ることが目的とする。

二、原理 鐵分の存否を検知するには、洗濯水の蒸發殘滓を強鹽酸に溶解して鹽化第二鐵となし、其の水溶液にフェロシヤン化カリウム  $K_4Fe(CN)_6$  を加ふれば、深青色のフェロシヤン化第二鐵(ブラツシヤン・ブルー)  $Fe_4Fe(CN)_{14}$  の沈澱を生ずる。



又鹽化第二鐵液に硫青化カリウム  $KONS$  液を加ふれば、硫青化第二鐵  $Fe(CNS)_2$  を生じて血紅色を呈することに立脚する。



鐵分を豫め水中より除去するには、其の水に炭酸ナトリウム液を加へて放置する時は、第一二節の實驗に於て認めたるが如く、水酸化第一鐵又は水酸化第二鐵として沈澱降下する、依てその上清液を取るか或はこれを濾過すべきことを原理と

する。

三、材料 刻度圓筒(二五〇坩)、蒸發皿(徑三寸)、鐵線三脚台、金網、湯煎器、ブンゼン燈、燐寸、漏斗及台、濾過紙、洗濯用水、強鹽酸、濃硝酸、黃血鹽液(1:10)、硫青化カリウム液(1:10)、炭酸ナトリウム、蒸溜水、エーテル。

四、方法 (イ) 刻度圓筒に可檢洗濯用水二五〇坩を取り、鐵線三脚臺上の金網に載せたる清洗せる蒸發皿に其の適量を注ぎ、ブンゼン焰にて煮沸蒸發せしめ、時々洗濯用水を補ひつつ其の全量を蒸發乾涸せしめよ。

(ロ) 蒸發皿に残れる殘滓に濃硝酸一—二滴と強鹽酸二坩許を加へ、湯煎器上加熱して遂に全く乾涸するに至らしめよ。この際硝酸は酸化作用を呈して第一鐵を第二鐵に變じ鹽化第二鐵となる、直火にて熱せず、湯煎器にて一〇〇度に熱するは、乾涸の際鹽化第二鐵の分解することを防ぐためである。

(ハ) 乾涸せし蒸發皿内の鹽化第二鐵に蒸溜水四—五坩許を加へてこれを溶解せしめ、其の上清液を下方の不溶解物より別ちて三本の試験管に分取するか、或は濾過してこれを三本の試験管に分取する。

(ニ) 第一の試験管を取り、これに黃血鹽液二—三滴を加へたる時に、フェロシヤン化第二鐵の深青色を生ずる時は、鐵分の存在を示す。

(ホ) 第二の試験管を取り、これに硫青化カリウム液二—三滴を加へたる時に、硫青化第二鐵を生じて血紅色を呈し、これにエチル・エーテル一坩を加へて振盪後靜置すると、血紅色はエーテル層に移れば鐵分の存在を示す。

(ヘ) 第三の試験管を取り、これに炭酸ナトリウム液約一坩を加へ充分に振盪せし後これを濾過し、濾液を試験管に取り(ニ)又は(ホ)の實驗を試むるも鐵分の反應を呈せざることを見得られる。

五、結果 (イ) 以上の實驗により洗濯水中に鐵分を含有するか否か、若しこれを含有するとせば、これに適量の炭酸ナトリウム液を加ふることによりて除去し得ることを知る。

(ロ) 加ふべき炭酸ナトリウム量は、含有する鐵分の多少によりて定まる、この鐵分の多少を測定するには定量分析法によらなければならぬ、然しながらこれは複雑なる方法と熟練せる技術とを要するから、ここに省略する。

六、注意 洗濯用水中に溶存する鐵分を豫め沈澱除去するには、本實驗に記せる方法の外にアンモニヤ水を加ふる法其の他の方法もあるが、炭酸ナトリウム液を加ふる方法を探つたのは、洗濯用水が硬水であつた時にこれを軟化するに炭酸ナトリウム液を加ふるを便とするから、沈澱劑としての炭酸ナトリウムは前後兩目的を同時に達成し得るからである。

#### 第一四節 酸類を含める洗濯用水の石鹼に及ぼす作用

一、目的 洗濯用水が洗濯作業のために酸性を呈せし時衣類を石鹼洗濯をするか、或は衣類が酸の附着によりて酸性を呈する時に石鹼洗濯をなさば、石鹼の成分である脂肪酸は遊離して布面に附着し、粘性を呈し水洗に依て容易に洗去り難き有害作用を呈することを知らしむるを目的とする。

二、原理 脂肪酸と稱するのは、メタン系列のカルボン酸で  $C_nH_{2n+1}COOH$  なる公式を有し、水には不溶性にして恰も脂肪様の物質である。而して洗濯用の普通の硬石鹼は、これ等の脂肪酸のナトリウム鹽より成るものである、例へば牛脂を原料とせる石鹼ならば左式によつて示さるる。



今これ等の石鹼に酸を作用させると、脂肪酸は弱酸だから石鹼は分解して其の酸のナトリウム鹽を生じ脂肪酸は遊離する、今加ふべき酸を鹽酸と假定すると、こ

の變化は左式の如くである。



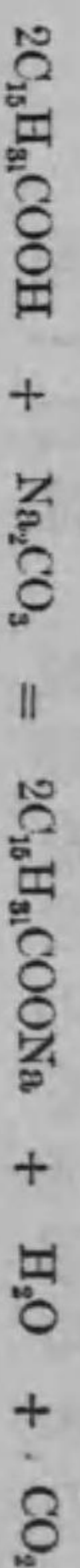
遊離せる脂肪酸は白色の粘性物であるから、容易に手指の觸覺に依てこれを感知することが出来る、本實驗はこの變化に立脚する。

三材料 試験管、試験管臺、ビーカー(小形)、石鹼アルコール液、稀硫酸、白モスリン片

(方二寸位)、洗濯用水、炭酸ナトリウム液(1:8)。

四、方法 (イ)試験管に石鹼アルコール液約二ccを取り、蒸溜水一ccを加へてこれを稀釋し、稀硫酸二—三滴を加へて靜に振盪すれば白濁を生ず、これ石鹼が酸によりて脂肪酸を遊離せしによる。

(ロ)次に其の白濁せる試験管に炭酸ナトリウム液約四ccを加へ、少しく熱しながら充分にこれを振盪すれば、始めに炭酸ガスの泡を發し遂に透明なる溶液となる。これ炭酸ナトリウムは先づ遊離せる硫酸あらばこれを中和し、脂肪酸をナトリウム鹽即ち石鹼に變化せしむるによる。



(ハ)ビーカーに稀硫酸二〇cc許を取り、これに白モスリン片を浸し、再三搾りては浸し浸しては搾りたる後約一〇分間許浸漬せよ。

(ニ)稀硫酸液より白モスリン片を軽く搾り上げ、別のビーカーに石鹼アルコール液一〇cc許を取り蒸溜水を加へて體積二倍となしたるものにこれを浸し、其の儘約一〇分間浸漬せし後これを搾り上げよ。

(ホ)搾り上げたる白モスリン片を指頭間に挟みて觸感を檢すれば、著しく粘性あることを知り得る、これ遊離せる脂肪酸の附着せしによる。

(ヘ)次に右の白モスリン片を炭酸ナトリウムの稍濃厚温溶液中にて、充分に丁寧に洗ひたる後水洗し、再び指頭にて觸感を檢すれば粘性なきことを知る。

五、結果 (イ)以上の實驗により、衣類を酸の存在に於ては石鹼洗ひをなせば、石鹼中の脂肪酸を遊離附着せしむるにより、洗濯の効果を損し、衣類の品質を害することを知る。

(ロ)かかる結果に到着せし洗濯物は、これを炭酸ナトリウム液の如き衣類繊維を害せざる温和のアルカリ液にて洗ひ去るべきことが判る。

六、注意 婦人の頭髮を石鹼にて洗ひし時、往々にして頭髮全體が棒狀に粘合することがある。これ頭部に生ぜる汗等の酸酵によりて酸性物質を化生し、この酸が石鹼に作用して脂肪酸を遊離したからである。故にかかる頭髮は豫め稀薄なる炭酸ナトリウム液にて洗ひ、酸分を中和したる後に石鹼洗ひをなすか、或は已に脂肪酸を遊離せし時は、炭酸ナトリウム液にてこれを洗ひ去りたる後に、更に石鹼にて仕上洗ひをなすべきである。

### 第一五節 食鹽を含める洗濯用水の石鹼に及ぼす作用

一、目的 石鹼溶液に食鹽溶液を加へると、石鹼は不溶性の固體として分離することにより、海水又は海濱に湧出する食鹽含有の水にて石鹼洗濯をなせば、石鹼は無益に沈澱することを知らしむるを以て目的とする。

二、原理 石鹼の稍濃厚なる溶液に、食鹽の稍濃厚なる溶液を加へると石鹼は其の溶解度を減じ、溶液より固體と成つて分離する、この變化の理に立脚して本實驗を行ふ。

石鹼は水溶液に於て、其の一部は左の如く電離をなし、各成分は互に溶液内に溶有されてゐるものである。



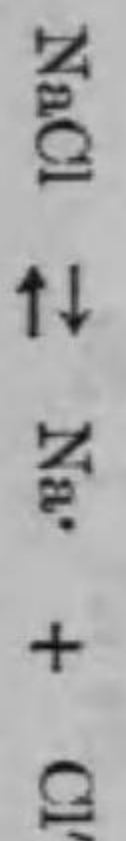
物理的化學の研究によれば、石鹼の電離は溶解の當初に於て上式中變化は左方より右方に進みて、電離速度頗る大なれども、時間と共に脂肪酸イオンとナトリウ

ムイオンとを増すに従ひ、逆にこれ等の兩イオンが互に會合して石鹼分子を形成する會合速度を増す。而して電離速度は石鹼分子の濃度を減するに従ひて次第に減少し、會合速度は兩イオンの濃度を増すに従ひて次第に増加するものなるが故に、遂に或る時刻に於て兩速度が互に相等しくなり、爾後溶液内に含有する石鹼分子と脂肪酸イオン及びナトリウムイオンの濃度は不變となる、これを電離平衡の状態といふ。

今石鹼分子の濃度を  $C_{\text{NaHn}+\text{COONa}}$  とし、脂肪酸イオンの濃度を  $C_{\text{NaHn}+\text{COO}'}$  とし、ナトリウムイオンの濃度を  $C_{\text{Na}^+}$  とし、平衡常數を  $K$  とすれば、右の電離平衡状態を左式にて表はすことが出来る。

$$\frac{C_{\text{NaHn}+\text{COO}' \times C_{\text{Na}^+}}{C_{\text{NaHn}+\text{COONa}}} = K$$

$K$  は同温度同濃度の石鹼溶液に於ては常に一定不變である、今この溶液に食鹽即ち鹽化ナトリウム液を加ふれば、鹽化ナトリウムは水溶液に於て左の如く電離するが故に、



石鹼の電離平衡溶液中のナトリウムイオンの濃度を増加するにより、平衡常數を維持せんがため、脂肪酸イオンの一部とナトリウムイオンの一部とは互に會合して石鹼分子を形成し、前記の平衡式に於て分數の分母の値を増し分子の値を減じて  $K$  を一定に保つことに成る。

かくて食鹽を加ふる量の多きに従ひ、石鹼分子の濃度を次第に増加するにより、遂に其の溶液に於ける溶媒に對する溶解度を超過し、石鹼は固體となりて現はるるに至るのである。

三、材料 ビーカー、硝子棒、鐵線三脚臺、金網、ブンゼン燈、試験管、石鹼アルコール液、椰子油石鹼、モノポール石鹼、食鹽、蒸溜水。

四、方法 (イ) ビーカーに石鹼アルコール溶液約一〇cc を取り、蒸溜水を加へて體積約二倍となせ。石鹼アルコール溶液は、マルセル石鹼の薄片一〇瓦をビーカーに取り、無水エチルアルコール一〇〇cc を加へ硝子棒を蓋となし、鐵線三脚台上の金網に載せ約七〇度に熱して、溫浸し、硝子棒にて攪拌すればこれを得られる。若しカリ石鹼あらば、其の一〇瓦を共栓細口瓶に秤取し、これに無水アルコール一



〇〇 珉を加へて密栓し、時々これを振盪すれば、容易に溶解するものである。

(ロ) (イ)の石鹼溶液を入れしビーカーに食鹽約四瓦を加へ、鐵線三脚臺上の金網に載せ、ブンゼン燭にて熱しつつ硝子棒にて攪拌し、全くこれを溶解せしめ、火を去り放冷すれば、石鹼は溶液より分離して液面に浮上する。

(ハ) 浮上せる石鹼を試験管に取り、蒸溜水の二珉許を加へてブンゼン燭に熱して振盪すれば、全く溶解して泡立ち、これにフェノールフタレイン液を點滴すれば紅色を呈してアルカリ性反應あることを示す、依て浮上せしものは石鹼なることを證し得る。

(ニ) 椰子油石鹼を約一瓦取りビーカーの蒸溜水約二〇珉に溶解し、これに食鹽約四瓦を加へ、鐵線三脚臺上の金網に載せて、硝子棒にて攪拌しながら熱しこれを溶解せしめたる後に放冷するも、普通石鹼溶液の如く固體の石鹼は液面に浮上せず。これ椰子油石鹼の水に對する溶解度は甚だしく大なるがため、ナトリウムイオンの濃度増加のために生ずる石鹼分子の増大が、其の溶解度を超過すること能はざるが故である。

(ホ) モノポール石鹼約一瓦を蒸溜水約二〇珉に溶解したる溶液に、食鹽約四瓦を加へ加熱溶解後これを放冷するも、モノポール石鹼は固體として液面に浮上せず。これモノポール石鹼は普通の石鹼と成分を異にし、ヒマシ油又はオリブ油の如き油類に強硫酸を作用せしめて得たるスルフォ化合物に炭酸ナトリウムの如きものを加へて酸性を中和せし、スルフォ脂肪酸ナトリウム鹽だからである。

モノポール石鹼は、其の物理性は恰もカリ石鹼に類し、水溶液は膠質液にして泡沫を生ずるも、加水分解によりてアルカリ性反應を表はさざる點が石鹼に異なる。即ち非アルカリ性膠質液を造るものである。従て又石鹼液の如く、食鹽液のため固體となつて分離することは無い。

五、結果 (イ) 以上の實驗により、普通の石鹼溶液は食鹽を加ふることに依て沈澱する、換言すれば普通石鹼は食鹽溶液に不溶性である。故に海水又は海濱地方の泉水等にして、食鹽を含有する水にては、衣類を石鹼洗濯することは不可能である。(ロ) 椰子油石鹼は、食鹽溶液にも殆ど可溶性であるから、海水等の食鹽含有の水にても、この石鹼を用ふれば洗濯することが出来る。

(ハ)モノポール石鹼は、食鹽溶液にも全く可溶性である許りでなく、非アルカリ性膠質液を造るから、海水等を用ひアルカリに抵抗力弱きものをも完全に洗濯することが出来る。

六、注意 (イ)普通石鹼が食鹽溶液によりて液面に分離浮上する性質を應用し、石鹼製造の際、鹼化液に食鹽を加へてこれを分離せしめる、これを工業上では鹽析と稱する。

(ロ)石鹼の水に對する溶解度は温度高きほど大であり、又石鹼其の物の種類によつて異なるものである。かの石鹼洗濯の際に、冷水を用ふるよりも温水を用ふるをよしとする理由の一は、石鹼の溶解を完全ならしめて、膠質液たらしむることにありて存する、蓋し石鹼は冷水には不完全溶解をなすもので、温度昇るに従ひ始めて完全溶解して膠質液となり、この膠質液が洗濯作用を呈するものだと見做されて居る。この洗濯作用の真相は、第三章洗濯劑の實驗に於てこれを述べる。

(ハ)石鹼の種類による溶解度の相違に關し、ブラウンドリツヒ氏の研究の結果を、同一温度に於て溶解度の異なるものより順々に類別によつて示せば、左の如くで

ある。

第一類。ヒマシ油石鹼、ゴマ油石鹼、綿實油石鹼、亞麻仁油石鹼、芥子油石鹼、椰子油石鹼。

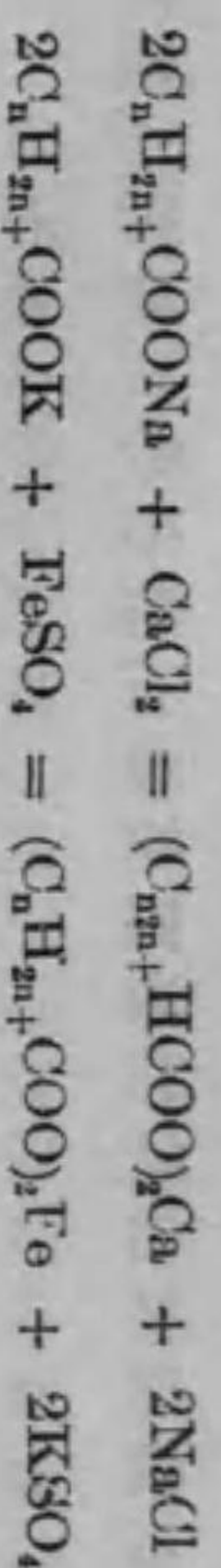
第二類。豚脂石鹼、牛酪石鹼、棕櫚油石鹼、向日葵油石鹼。

第三類。牛脂石鹼、落花生油石鹼、羊脂石鹼。

## 第一六節 金屬鹽類を含める洗濯用水の石鹼に及ぼす作用

一、目的 カルシウム・マグネシウム・アルミニウム・鐵等の稀薄なる鹽類溶液が、石鹼溶液に作用してこれを沈澱させる變化を研究して、かかる金屬鹽類を含める水は、石鹼を無効ならしむる點からも、亦洗濯物の風味を低落せしむる點からも、共に有害であることを理解することを目的とする。

二、原理 石鹼は脂肪酸のナトリウム又はカリウム鹽で水に可溶性であるが、これにカルシウム・マグネシウム等の可溶性金屬鹽類溶液を加へると、水に不溶性なるカルシウム・マグネシウム等の脂肪酸金屬鹽を生じて沈澱する。



従て石鹼はこの沈澱を生ずるために消費され、更に過剰の石鹼を加ふることに依て五分間消失せざる泡を生ずるに至る。

故に、一定濃度の石鹼アルコール溶液を一定量の蒸溜水に加へて五分間消失せざる泡を生ずるに至るまでの石鹼液の坵數と、種々の金屬鹽類を溶有する水の同量に、右の石鹼液を加へて五分間消失せざる泡を生ずるに至るまでの石鹼液の坵數とを比較すれば、後者に於ける石鹼の損失量を知り得らるる。本實驗は、この原理に立脚して居る。

三、材料 ビュレット(青線入括栓付臺共)、立フラスコ(一立入)、ビーカー(徑六一七種數個)、藥用粉末石鹼(又はマルセル石鹼)、無水アルコール、鹽化カルシウム、硫酸マグネシウム(又は鹽化マグネシウム)、硫酸アルミニウム(又は明礬)、硫酸第一鐵、鹽化第二鐵、蒸溜水、ベンゼン燈、燐寸、試験管、試藥瓶、試藥管臺、天秤、分銅、藥品名箋、刻度圓筒。

四、方法 (イ)鹽化カルシウム・硫酸マグネシウム・硫酸アルミニウム・硫酸第一鐵、鹽化第二鐵を各二瓦づつ秤取し、これを別々に五個の試藥瓶に入れ各に、蒸溜水九八坵づつを加へ密栓振盪して、重量二%の鹽類溶液を造れ。

(ロ)藥用粉末石鹼(又はマルセル石鹼薄片)一〇瓦を秤取して立フラスコに入れ、これに六六〇坵の無水アルコールを加へ密栓振盪して、全く溶液せし後蒸溜水を

加へて全體積一立の石鹼溶液を造れ。

(ハ)五本の試験管に別々に鹽化カルシウム液、硫酸マグネシウム液、硫酸アルミニウム液及び硫酸第一鐵液、鹽化第二鐵液の各三坵を分取し、各に石鹼溶液四―五滴を加へて振盪し、それぞれにカルシウム石鹼、マグネシウム石鹼、鐵石鹼等の沈澱を生ずることを檢せ。

(ニ)右の各試験管を再び振盪して石鹼の泡沫を生ぜざることを確かしめた後、更に石鹼溶液を滴加しては振り、振りては滴下すれば、遂に五分間消失せざる泡沫を生ずるに至る。この泡沫は所謂石鹼泡にして、洗濯作用に有效なものだと思われ居る。この際始めに加へた石鹼は、金屬イオンと化合してカルシウム・マグネシウム石鹼等を生じ、これ等の金屬イオンが沈澱し盡したる後に、過剰に加へたる石鹼が泡沫を生じたのである。この沈澱のために消費した石鹼量は、即ち當該鹽類溶液に對する、石鹼の損失量である。

(ホ)ビュレットAをビュレット台Bに懸け、これに石鹼溶液を最高度目に達するほど入れ、次に括栓Cを廻して其の少量を流出せしめて石鹼溶液をビュレットの

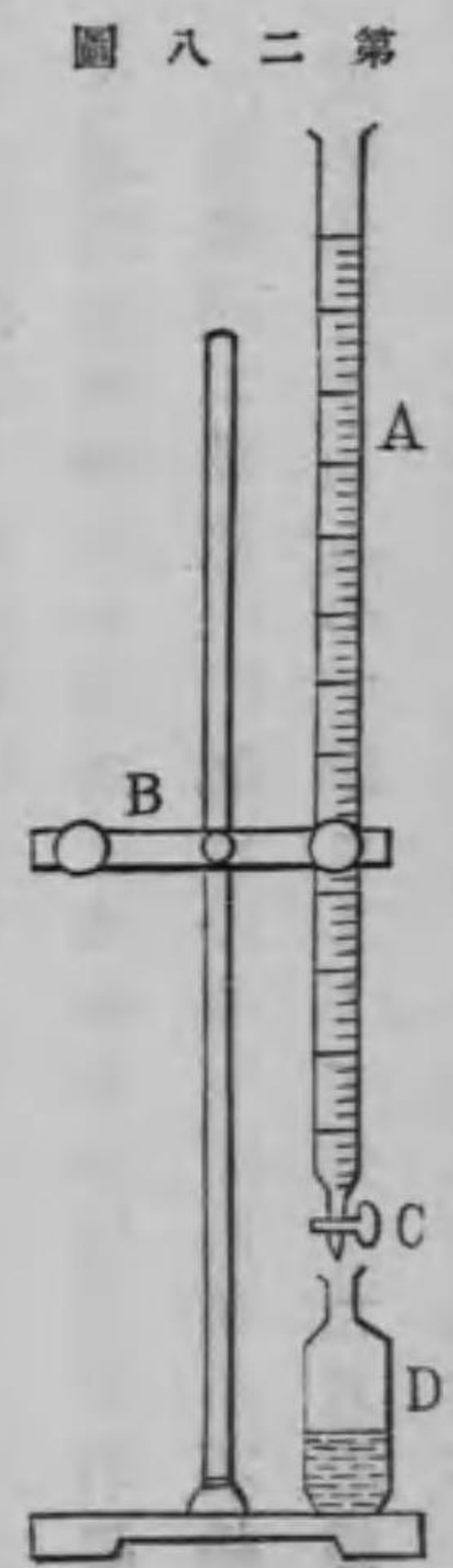
嘴管に満たせし後、液面に相當するビュレットの度目を正しく讀め。

(ヘ)小形試薬瓶容量約一〇〇坵のものに蒸溜水一〇坵を取り、これをビュレットの嘴管下にDの如く置き、石鹼液を注意して一―二滴づつ滴下し、其の都度瓶を上げ密栓して劇しく振盪し、遂に五分間消失せざる泡沫を生ずるに至り、再びビュレットの液面の度目を讀み、前後の度目の差によりて費したる石鹼液の坵數Vを知れ。

(ト)小形試薬瓶に鹽化カルシウム液一〇坵を取り、(ヘ)と同様にビュレットより石鹼液を滴下し、始めにカルシウム石鹼の沈澱を生じ、遂に五分間消失せざる石鹼泡を生ずるに至るまでに消費せし石鹼液の坵數V<sub>1</sub>を測れ。

(チ)硫酸マグネシウム液一〇坵につき、(ト)と同様に石鹼液の消費せし坵數V<sub>2</sub>を測れ。

(リ)硫酸アルミニウム液一〇坵につき、(ト)と同様に石鹼液の



第二 八 圖

消費せし耗數  $v_3$  を測れ。

(ヌ) 硫酸第一鐵液一〇 耗につき(リ)と同様に石鹼液の消費耗數を  $v_4$  測れ。

(ル) 硫酸第二鐵液一〇 耗につき(ス)と同様に石鹼液の消費耗數を  $v_5$  測れ。

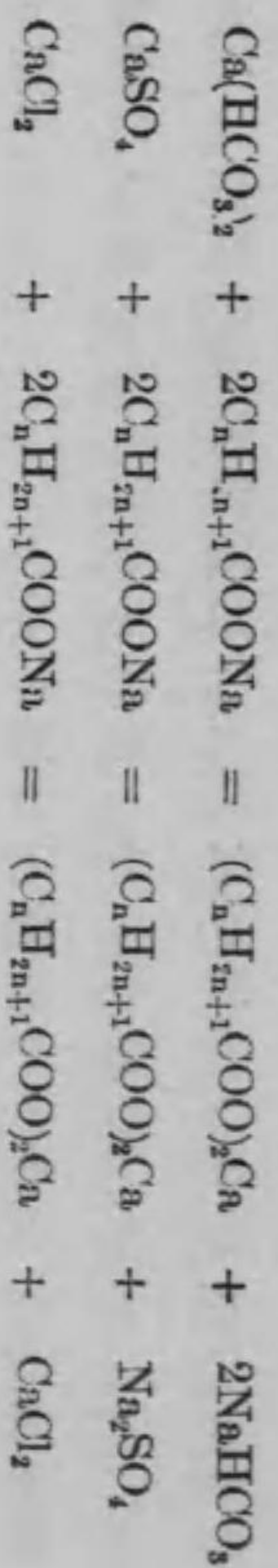
五、結果 (イ) 以上の實驗によりて知りたる石鹼液の消費耗數  $v \cdot v_1 \cdot v_2 \cdot v_3 \cdot v_4 \cdot v_5$  を比較せよ、いづれが大なるか。その耗數と蒸溜水に對する耗數との差  $v_1 - v_2, v_3 - v_4, v_5 - v$  等は、含有する金屬イオンを沈澱するために損失せし石鹼液量でなければならぬ。  
(ロ) この損失液量は、金屬鹽の異なるに依て値を異にするから、水中に含有する金屬鹽の重量%が同一でも、石鹼に及ぼす損失量の異なることが判る。この事實は、石鹼と金屬鹽との反應の方程式より必然に結論することも出来る。

(ハ) 天然水は溶液である、故に天然水にて石鹼洗濯をする時にも亦これと同様の化學變化により、石鹼液に損失がある筈である。この見地から、洗濯用水は成るべくこれ等の金屬鹽を含有すること少きを可とする。

### 第一七節 洗濯用水の石鹼消費力の測定

一、目的 天然水は溶液であつて、普通にカルシウム及びマグネシウムの酸式炭酸鹽、硫酸鹽及び鹽化物を含有してゐるから、石鹼洗濯の際に石鹼を無益に沈澱する筈である、依て洗濯用水としての天然水の石鹼の損失消費力を測定することを目的とする。

二、原理 前實驗の原理に於ても述べたるが如く、カルシウム及びマグネシウムの可溶性鹽は石鹼溶液をカルシウム及びマグネシウム鹽として左の如く沈澱する。



この沈澱を完結して更に過剰の石鹼液を加へたる時に、五分間消失せざる泡末を生ずる、依てこの泡末を生ずるに至るまでの石鹼液消費量を測定することを原

理として本實驗を行ふ。

三、材料 ビュレット、ビュレット臺、試薬瓶、石鹼溶液(10:1000)、洗濯用水(數種)。

四、方法 (イ)、ビュレットを臺に懸け、石鹼液を入れ、其の少量を流出せしめて石鹼液を嘴管にも満さしめたる後、液面の度目を讀め。

(ロ)、共栓試薬瓶に可檢洗濯用水二〇ㄔを取り、これにビュレットより石鹼液を滴滴下し、毎回密栓して振盪し、遂に五分間消費せざる泡を生ずるに至り、ビュレットの液面の度目を讀み、前後の度目の差に依て消費せし石鹼液のㄔ數 $v$ を見出せ。

(ハ)、他の洗濯用水につき、同様に實驗し、消費せし石鹼液のㄔ數 $v_1$ を見出せ。

(ニ)、或る他の洗濯用水につき、同様に石鹼の消費ㄔ數 $v_2$ を見出せ。

五、結果 (イ)本實驗に使用せし石鹼液は、其の一〇〇〇ㄔ中に一〇ㄔを含有するから、每一ㄔ中に含有する石鹼量は〇・〇一ㄔである。

(ロ)、依て石鹼液消費ㄔ數より、左の如く消費石鹼量を計算し得る。

第一洗濯用水  $0.01 \times v = x(\text{瓦})$

第二洗濯用水  $0.01 \times v_1 = y(\text{瓦})$

第三洗濯用水  $0.01 \times v_2 = z(\text{瓦})$

(ハ)、 $x \cdot y \cdot z$ の多少によりて、洗濯用水としての三種の水の比較的良否を判定することが出来る。

六、注意 (イ)本實驗をなすに方りては、家事學習用實驗としてならば、成るべく多種の水源より來る種々の洗濯用水を準備し、各水につき、分擔實驗を課し、其の結果を比較したい。

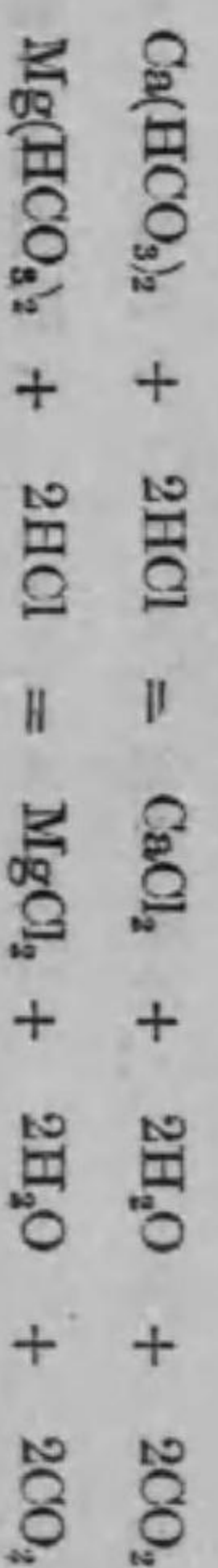
(ロ)、同一洗濯用水につきても、同一實驗者が二—三回實驗を反覆して結果を平均するよりも、二—三の實驗者に同時に別々に實驗せしめ、其の結果を平均すればよい。

(ハ)、カルシウム鹽及びマグネシウム鹽による水の硬度を去つて軟化し、石鹼の損失を防ぐ方法は、後節の洗濯用水の軟化法につきて述べる。

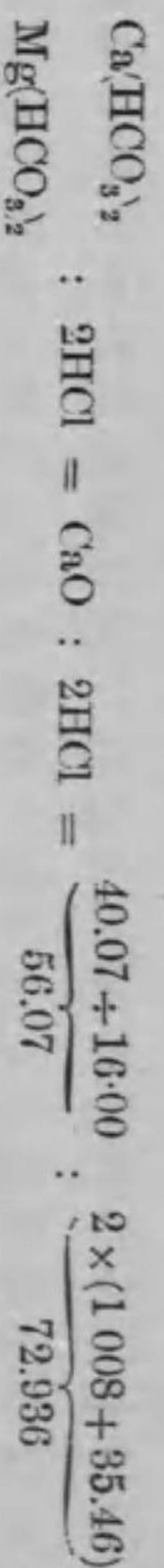
### 第一八節 洗濯水の一時硬度の測定

一、目的 一定量の洗濯水中に含有するカルシウム及びマグネシウムの酸式炭酸鹽量を測定し、これを洗濯水一〇萬分中に含有する酸化カルシウム量に改算せし値は一時硬度(獨逸硬度)である。一時硬度のみを有する水は一時硬水であつて、單に煮沸によつても亦これを軟化し得る、故にカルシウム及びマグネシウムの硫酸鹽及び鹽化物より來るところの、煮沸に依て軟化し得ざる所謂永久硬水と區別してこれを檢知することは、洗濯作業其の他に於て往々必要である、本實驗はこれを測定することを目的とする。

二、原理 酸式炭酸カルシウム及び酸式炭酸マグネシウムに或る酸液例へば鹽酸を作用せしむれば、炭酸ガスを發生して鹽化カルシウム及び鹽化マグネシウムを生じ、過剰の一滴に依て水は酸性反應を呈する。



然れども硫酸カルシウム・硫酸マグネシウム及び鹽化カルシウム・鹽化マグネシウムは鹽酸に依てかかる變化を起さない。依て一定量の洗濯水に、濃度既知の鹽酸液を滴下し、鋭敏なる指示薬として加へたるメチル・オレンジが赤色を呈するに至るまでの鹽酸液の消費耗數より、左式の如く鹽酸七・二九三六瓦が酸化カルシウム五・六〇七と當量である事實に基きて、洗濯水一〇萬中に含有する酸式炭酸カルシウム及び酸式炭酸マグネシウム量に當量なる酸化カルシウム量を算出し得る、これが即ち一時硬度である。何となれば、カルシウム及びマグネシウムの酸式炭酸鹽一瓦分子量は、前式に示すが如く鹽酸の二瓦分子量即ち七・二九三六瓦と正しく化合する、而してそれ等の酸式炭酸鹽一瓦分子量は酸化カルシウム一瓦分子量五・六〇七瓦と其の化合力を等しうするからである。



三、材料 ビーカー(徑六七厘)、ビュレット、ビュレット臺、立フラスコ、硝子棒、メスピベット(毎〇・一耗刻度)、ホールビベット(五〇耗)、比重計(液體用)、エラストファール式・ヘア

1式等其の他適宜)蒸溜水洗滌瓶濃純鹽酸(比重一・二九〇)。

四、方法 (イ)一〇分一規定鹽酸溶液を造る、其の法は先づ濃鹽酸の比重を測る、普通強鹽酸は比重一・一九〇にして重量三七・二三%の純鹽酸を含有する。然るに鹽酸は其の一瓦分子量は  $HCl = 1.008 + 35.46 = 36.468$  瓦なるが故に、一〇分一規定鹽酸液は一立中に純鹽酸三・六四六八瓦を溶有するものである。この量の純鹽酸を取るための濃鹽酸の重量は、左記によりて九七九五三瓦である。

$$37.23 : 3.6468 = 100 : x$$

$$x = \frac{3.6468 \times 100}{37.23} = 97.953$$

依て九七九五三瓦を天秤にて秤取するか、或は左式の計算によりこの重量に相當する體積八・二三一蚝をメスビベットにて分取するかする。

$$1.190 : 97.953 = 1 : x$$

$$x = \frac{97.953 \times 1}{1.190} = 82.31$$

この秤取又は分取せる濃鹽酸を立フラスコに入れ、蒸溜水を加へて標線の約一厘下に達せしめ、數時間放置して溫度を氣温に平均せしめたる後、洗滌瓶より靜に

蒸溜水を加へて定しく標線に達せしめて一立即ち一〇〇〇蚝となせ、これ一〇分一規定鹽酸液である、其栓にて密栓をする。

(ロ)次にメチール・オレンジ液を造るため、其の〇・〇二瓦を秤取して試薬瓶に入れ、これに蒸溜水一〇〇蚝を加へて振盪溶解せしめ、名箋を貼り密栓する。

(ハ)ビュレットにN<sup>10</sup>鹽酸溶液を入れ、ビュレット臺に固定し、括栓を廻して鹽酸液の少量を流出させて嘴管を満たし、次に液面に相當する度目を正確に讀め、これをmと假定する。

(ニ)可檢洗濯用水にて清洗せるビーカーに、ビベットにて一〇〇蚝の洗濯用水を取り、これにメチール・オレンジ液を指示薬として二―三滴を加へる、然る時は水は僅に黄色に着色する。

(ホ)ビュレットの括栓を僅に廻し、鹽酸液が緩やかに一―二秒を隔て、一滴づつ滴下する如く調節しながら水を攪拌し、鹽酸液の最後の一滴に依てメチール・オレンジが紅色を呈するに至れ。かくてビュレットの液面に相當する度目を讀め、これをnと假定する。



(へ)更に新にピーカーに可檢洗濯用水一〇〇耗を取り、メチールオレンジを指示薬として、ピレットより鹽酸液を滴下しながらこれを滴定すること(ホ)の如くし、液面の度目を讀め、これを $m_1$ と假定する。

五、結果 (イ)以上の結果より一時硬度を算出するために先づ鹽酸の消費量を見出すを要す、然るに鹽酸の消費耗數の平均は左の如くである。

値	面數	第一回 ( $m_1 - n_1$ )	第二回 ( $m_2 - n_2$ )	平均 $\frac{(m_1 - n_1) + (m_2 - n_2)}{2}$
消費耗數				.....cc.

(ロ)N<sub>10</sub>鹽酸液は一立即ち一〇〇〇耗中に鹽化水素三六四六八瓦を含有するが故に、其の一耗中に〇・〇〇三六四六八瓦を含有する割合である、依て可檢水の一時硬度に對する鹽酸の消費耗數  $\frac{(m_1 - n_1) + (m_2 - n_2)}{2}$  に含有する純鹽化水素量は左の如く算出することが出来る。

$$0.0036468 \times \frac{(m_1 - n_1) + (m_2 - n_2)}{2} \text{ (g.)}$$

(ハ)然るに鹽酸量に對する酸化カルシウムの當量は、前に原理に於て述べた通り

であるから、(ニ)の鹽酸消費量に對するカルシウム量は左の如くである。

$$72.936 : \frac{0.0036468 \times (m_1 - n_1) \times (m_2 - n_2)}{2} = 56.07 : x$$

$$x = \frac{0.0036468 \times (m_1 - n_1) \times (m_2 - n_2)}{72.936 \times 2} \text{ (g.)}$$

(ニ)獨逸硬度は水一〇万分に對する計算である、然るに(ハ)の計算量は水一〇〇分中の含有量であるから、これを一〇〇〇倍すれば一時硬度となる、依て求むる可檢洗濯水の一時硬度は左の如くである。

$$\frac{0.0036468 \times (m_1 - n_1) \times (m_2 - n_2)}{72.936 \times 2} \times 1000 \text{ (小數點以下四位迄算出)}$$

六、注意 (イ)本實驗に使用するN<sub>10</sub>鹽酸液製造の濃鹽酸は、純粹にして且正確ならしむるためには、乾燥せる純鹽化水素のガスを製し、これを一〇分一耗まで秤量せる一定量の蒸溜水に溶解せしめたる後再び秤量し其の前後の重量差に依て溶解せし鹽化水素量を算出したる鹽酸を用ふるをよしとする。

(ロ)製出せるN<sub>10</sub>鹽酸液は、更に純粹正確なる標準アルカリ溶液を用ひて滴定し、

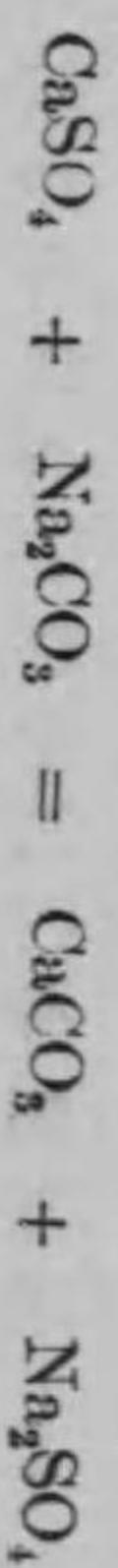
其の強度を検定するのは本式である。

(c)以上の意味に於て、本節に述べし一度硬度測定法は或程度以上は正確でないことを許容しなくては成らぬ。

### 第一九節 洗濯水の永久硬度の測定

一、目的 水は沸煮すれば一時硬度を除去し得るも、カルシウム及びマグネシウムの硫酸鹽及び鹽化物より成る永久硬度を除くことを得ず、依て石鹼洗濯に於て其の石鹼の一部は損失され有害作用を呈する。故に甚だしく正確ならずとも、家事的に簡単に且容易に永久硬度を測定し、以て軟化法を實行する爲めの軟化劑量計算の資に供せんとする。

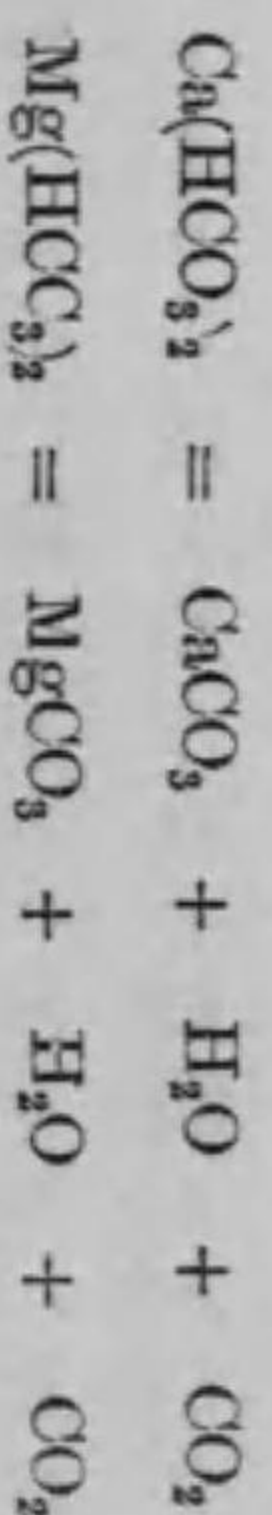
二、原理 水中に溶存するカルシウム及びマグネシウムの硫酸鹽及び鹽化物に炭酸ナトリウム液を加へると、炭酸カルシウム及び鹽基式炭酸マグネシウムとなつて沈澱する。



この反應を完結せしむるために、一定量の可檢洗濯液に過剰の濃度既知の炭酸ナトリウム液を加へ、前記の反應を終りて殘留せる炭酸ナトリウム量を、濃度既知

の鹽酸液にて滴定し、其の結果より沈澱のために消費せし炭酸ナトリウム量を算出する。

然るに天然水は單に永久硬度のみを有するものは殆どなく、一時硬度を保有するものだから、先づこれを三〇分間煮沸して左式の如く一時硬度を除去するを要する。



かくしても尙可檢洗濯用水中に鐵・アルミニウムの鹽類を含有し、炭酸ナトリウム液のために水酸化物として沈澱して、カルシウム及びマグネシウムによる炭酸ナトリウムの消費量を不明ならしむるから、可檢水を煮沸後鹽化アムモニウムとアムモニヤ水を加へてこれ等を水酸化物として沈澱濾過し、濾水につきて前記の炭酸ナトリウム液消費量を測定すればよいが、本實驗では省く。

さて測定せる消費量より永久硬度を産出するには、炭酸ナトリウム一瓦分子量は、硫酸カルシウム及びマグネシウム又は鹽化カルシウム及びマグネシウムの一

瓦分子量と沈澱反應に於て當量にして、更に又これ等は酸化カルシウム一瓦分子量と當量なるにより、左の數量の比を得る。

$$\left. \begin{array}{l} \text{CaSO}_4 \\ \text{CaCl}_2 \end{array} \right\} : \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaO} : \text{Na}_2\text{CO}_3 = \frac{40.07 + 16.00}{56.07} + \frac{23.00 \times 2 + 12.005 + 16.00 \times 3}{106.005}$$

依て消費せし炭酸ナトリウム量より酸化カルシウム量を見知し、更に可檢水の體積より一〇坩分中の酸化カルシウム量即ち永久硬度を算出し得る。

三、材料 蒸發皿(徑約一〇浬)、鐵線三脚臺、金網漏斗、漏斗臺、濾過紙、ビベット(五〇—一〇〇坩)、硝子棒、ビュレット、ビュレット臺、ビーカー、湯煎器、可檢水、蒸溜水、メチールオレンジ液、N<sub>10</sub>鹽酸液、N<sub>10</sub>炭酸ナトリウム液、ブンゼン燈、燐寸。

四、方法 (イ)第一八節に示せる洗濯水の一般硬度の測定の時、の如く、N<sub>10</sub>鹽酸液を造れ。

(ロ)同實驗に用ひたるが如く、メチールオレンジ液を造れ。

(ハ)N<sub>10</sub>炭酸ナトリウム液を造るため、結晶炭酸ナトリウム一四・三〇八瓦又は無水炭酸ナトリウム五・三〇〇瓦を秤取して立フラスコに入れ、これに蒸溜水を標線

下約一種の深さまで入れ充分に振盪溶解せしめ、常溫に平均せしめたる後、更に蒸溜水を加へて標線に達せしめ、全體積を一立即ち一〇〇〇蚝にする。

何となれば、炭酸ナトリウムは二鹽基酸である炭酸のナトリウム鹽なるが故に、其の一瓦分子量の二分一を一立の溶液となせるものはN(一規定)溶液であるから、N/10溶液は更に其の一〇分一を一立の溶液とせるものであるべきだからである。即ち左の如き計算となる。

$$\frac{1}{10} \times \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}{2} : \frac{1}{10} \times \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3}{2} = \frac{1}{10} \times \frac{286.165}{10} : \frac{1}{10} \times \frac{106.005}{10}$$

$$= 14.308 \quad : \quad 5.300$$

(ニ)可檢洗濯用水二〇〇蚝をビーカーに取り、鐵線三脚臺上の金網に載せ、ブンゼン燭にて熱し、蒸發する水を時々原體積を超過せざる程度に蒸溜水にて補ひつつ三〇分時間煮沸し、火を去り常溫に冷却するを待ち、正しく蒸溜水を加へて二〇〇蚝となし、これを濾過する。

(ホ)濾過水一〇〇蚝をビーカーに分取し、ビベットにて正しくN/10炭酸ナトリウム液二五蚝を加へて攪拌し、明瞭にアルカリ性反應を呈するに至れ。この際カル

シウム及びマグネシウム化合物は沈澱し、過剰の炭酸ナトリウムのためにアルカリ性反應を呈する。

(ヘ)カルシウム及びマグネシウム化合物を沈澱するに消費せし炭酸ナトリウム量を知るために、溶液内に殘留せる炭酸ナトリウム量を測定すればよい。この目的を達するためにN/10鹽酸液にて滴定する、其のためにビウレットにN/10鹽酸液を入れ、括栓を廻して少しく流出させて嘴管を満たし、次に鹽酸の液面に相當するビウレットの度目を正確に讀む、これをmとする。

(ト)可檢洗濯用水をビーカーに濾過し、沈澱を濾紙上にて再三蒸溜水にて洗ひ、洗水を同一ビーカーに濾入し、これに二―三滴のメチールオレンジ液を加へて黄色を呈せしめる。

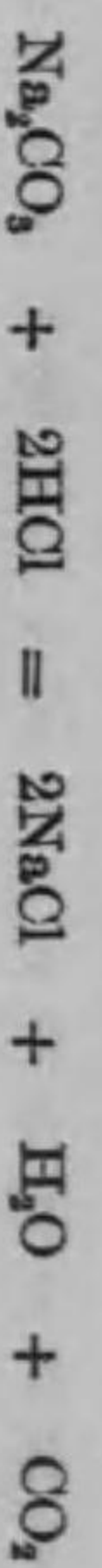
(チ)可檢洗濯用水の黄色なるものをビーカーのまま、ビウレットの嘴管下に置き、ビウレットの鹽酸液を徐々に滴下せしめること前節の實驗の如くし、最後の一滴に依てメチールオレンジが赤色を呈するに至り、液面に相當する度目を讀み、これをnとする。

五、結果 右の實驗の結果より先づ始に加へし炭酸ナトリウム量を見出し、次に鹽酸にて滴定せし残留炭酸ナトリウム量を見出し、兩數の差によりてカルシウム、マグネシウムの沈澱のために費した炭酸ナトリウム量を算出し、この量から永久硬度を算定する。

(イ) N<sub>10</sub>炭酸ナトリウム液は、其の五・三〇〇瓦を一〇〇〇cc水中に含有するから、一cc中に含有する炭酸ナトリウム量は、無水鹽として〇・〇〇五瓦を含有する、依て加へたる體積二五cc中の含有量は  $0.005 \times 25 = 0.125$  瓦である。

(ロ) N<sub>10</sub>鹽酸液一cc中の純鹽酸量は、前節により〇・〇〇三六四八瓦だから、鹽酸の消費cc中に含有する純鹽酸量は  $0.0036468 \times (m-n)$  瓦である。

(ハ)炭酸ナトリウムと鹽酸との化合重量の割合は、左の方程式の如くであるから、其の比は一〇六・〇〇五と七二・九三六とである。



$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 23.00 \times 2 + 12.005 + 16.00 \times 3 = 106.005$$

$$2\text{HCl} = 2 \times (1.008 + 35.46) = 72.936$$

依て  $0.0036468(m-n)$  瓦と化合せし炭酸ナトリウム量は左の如くなる。

$$72.936 : 0.0036468(m-n) = 106.005 : x$$

$$x = \frac{0.0036468(m-n) \times 106.005}{72.936} \text{ (瓦)}$$

(ニ)從てカルシウム及びマグネシウムを沈澱せしめし炭酸ナトリウム量は、(イ)(ハ)の計算量の差である。

$$0.125 - \frac{0.0036468(m-n) \times 106.005}{72.936} \text{ (瓦)}$$

(ホ)然るに永久硬度は、可檢洗濯用水一〇萬分中に含有するカルシウム及びマグネシウムの硫酸鹽及び鹽化物を、酸化カルシウムとして改算せし量であるが、既に原理に於て述べた如く、無水炭酸ナトリウム一〇六・〇〇五瓦は酸化カルシウムの五六・〇七瓦と當量だから、(ニ)の消費炭酸ナトリウム量に對する酸化カルシウム量は、左の如く算出される。

$$106.005 : 0.125 - \frac{0.0036468(m-n) \times 106.005}{72.936} = 56.07 : x$$

$$x = \frac{0.126 - \frac{0.0036468(m-n)}{72.986} \times 106.005}{106.005} \times 56.07 \quad (\text{‰})$$

(ハ)以上の計算量は可檢水一〇〇珽につきてである、依て可檢水一〇萬分に改算するには、(ホ)の結果を更に一〇〇〇倍すればよい、これが即ち求むる所の永久硬度である。

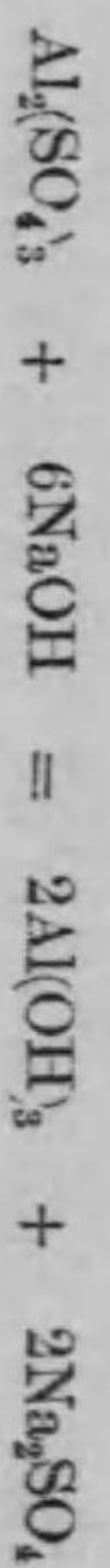
六、注意 永久硬度を測定するには、石鹼液にて總硬度を見出し、それと一時硬度との差にて計算する法もあり、又カルシウム量やマグネシウム量を、磷酸カルシウムや焦性磷酸マグネシウムとして沈澱測定する方法もあるが、本書ではこれを省略する。

## 第二〇節 濾水器に於ける砂の濾過效力の比較

一、目的 不良水を清淨水に改良するためにの濾水器の砂の、換砂又は除泥後に於ける新らしき状態にての濾過效力は、これを或る期間使用せし後の濾過效力に比較すれば小であることを檢し、從て濾水器の砂は妄に換砂又は除泥すべきでないことを知らしむることを目的とする。

二、原理 二箇の全く同一條件を具備する砂濾器を作り、其の一方にのみ豫め水酸化アルミニウムの膠狀沈澱を含める水を通じて砂粒間に填充せしめ、然る後兩器に同一状態の混濁水を通じてこれを濾過し、濾過水の清淨度を互に比較する方法を原理とする。

水酸アルミニウムの沈澱は、硫酸アルミニウム  $Al_2(SO_4)_3$  (又は明礬) に水酸ナトリウム  $NaOH$  (又は炭酸ナトリウム) を加へて造る。





混濁水は、普通の井水又は水道水等に、適量の粘土を混合して暫時静置したる後、上層水を別器に傾注したるものを用ふるか、或は適度に混濁せる井水あらば、それを其の儘に可檢水として使用する。

三、材料 ガス乾燥塔、鹽化カルシウム又は硫酸浮石を入るる化學實驗用器、細砂(粒の揃ひたる篩別砂)、漏斗(ガラス製)、木栓、木栓穿孔器、木栓壓搾器、ビーカー、無色試験管、硫酸アルミニウム(又は明礬)、水酸化ナトリウム(又は炭酸ナトリウム)、粘土、蒸溜水、井水(又は水道水)、ガラス棒、ガラス毛。

四、方法 (イ)篩別けしたる細砂を再三清水にて清洗し、箆の如きものに取上げて水を切れ。

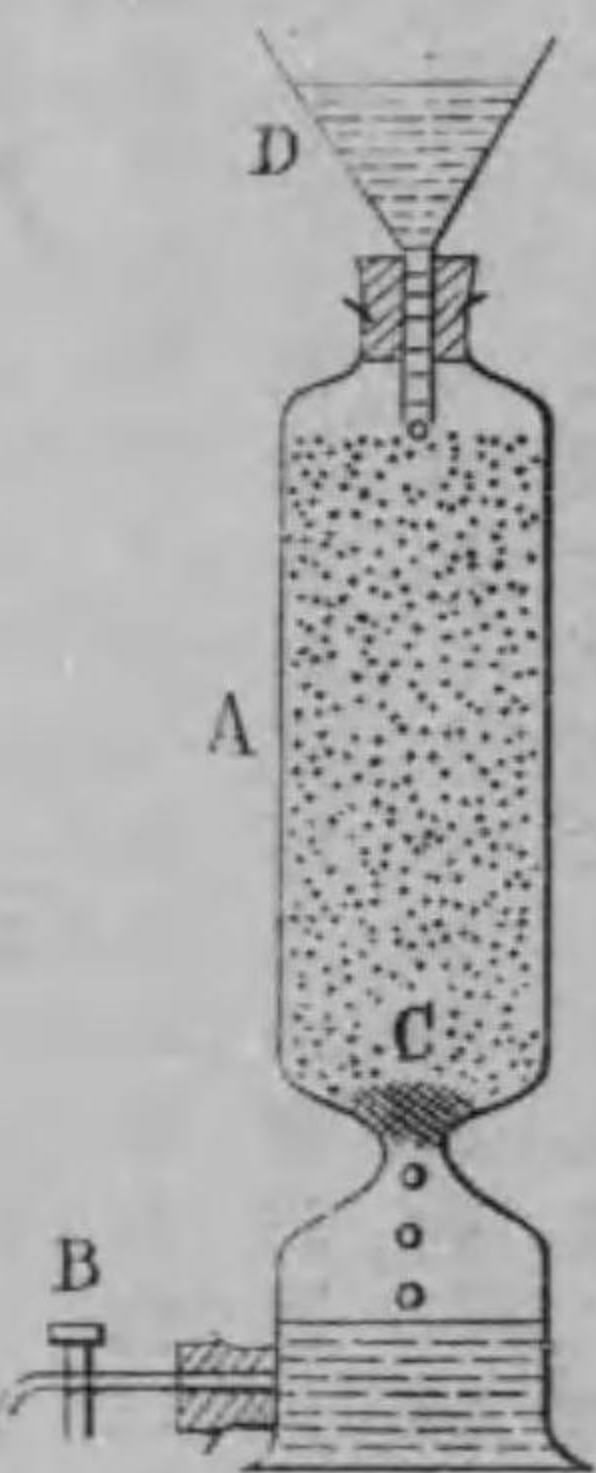
(ロ)ガス乾燥塔Aに第二九圖の如く括栓管Bを挿入し、筒内の底にはガス毛Cを填めて砂を支へ得べくし、筒内に高さ約一〇分九ほど(イ)の細砂を填め、筒の上部にコルク栓によりて小形ガラス漏斗Dを装置し、水を入るるに便ならしめる。

(ハ)右と全く同形同大のガス乾燥塔に、右と全く同様の材料によつて、全く同一の

装置を造る。

(ニ)ビーカーに硫酸アルミニウム若しくは明礬の約五%水溶液を造り、これに水

第二九圖



酸化ナトリウム又は炭酸ナトリウムの約五%水溶液を加へ、ガラス棒にて攪拌し完全に水酸化アルミニウムの沈澱を生成せしめよ。

(ホ)(ロ)(ハ)にて装置せる二個の砂濾

器中の一方に(ニ)にて造れる水酸化アルミニウムの沈澱を含める水溶液を、漏斗Cより流込みて含有せる沈澱を砂粒間に填充せしめたる後、清水を約二―三分間漏斗より流込みて、過剰の硫酸アルミニウム又は水酸化アルミニウム等の溶液及び砂粒間を通過すべき水酸化アルミニウムの沈澱をBより流入させ、砂濾器の清洗をする。

(ヘ)次にビーカーに可檢洗濯水の混濁せるものを汲取り、若し清透なる可檢洗濯用水ならば少量の粘土を加へ、ガラス棒にて充分に攪拌混濁せしめたる後、砂濾

器二個に別々に流入通過せしめ、各器の括栓Bを開きて管口より流出し來たる濾過水を、管口下に置きたる別々のビーカーに、各約一〇〇cc位づつこれを受けよ。

(ト)(ハ)にて受けたる二種の濾過水を、別々に二本の無色試験管に各別に等しき分量だけ取り、一旦側面より清濁の度を比較し、次に上方より下底を通じて深き水層に於て清濁の度を比較すれば、第一の砂濾器によつて得たる濾過水は第二の砂濾器のそれよりも著しく清透なることを見る。

五、結果 以上の實驗上の觀察により左の結論をなすことを得る。

(イ)水酸化アルミニウムの沈澱を以て砂粒間を填充せる第一の砂濾器は、同沈澱にて砂粒間を填充せざる第二の砂濾器に比し、水の濾過効力が大である。

(ロ)これより推論すれば、第二の砂濾器の如く、砂のみを詰めし砂濾器にても長時間の使用により、自然に水中の夾雜物が砂粒間に沈積するに至れば、恰も水酸化アルミニウムの沈澱を填充せしと同様に、濾過効力を増大するに至ること明らかである。

(ニ)故に砂濾器は新らしきものは濾過効力小にして、古きものは濾過効力大とな

る、依て濾過速度小になりて濾過水量少なく一家の需要に應じ難き時に非らざる限り、決して頻回除泥をなすべきでない。

六、注意 砂濾器の濾過効率とは、濾過前の水の一cc中に含有する細菌數mと、濾過後の其の水一cc中に残有する細菌數nとの差m-nの、mに對する一〇〇分比xをいふのである。

$$m : 100 = m - n : x$$
$$x = \frac{100 \times (m - n)}{m}$$

砂濾器の濾過效率が、換砂除泥等によつて如何に變ずるか、服部氏が明治四三―四四年に互り横濱水道の濾過池につきて研究せし結果の一部は、左表の如くである。

第一實	換砂後の日時		三時	三日	六日
	濾過前(m)	濾過後(n)			
細菌數(每一cc)	一五七・五	一五〇・〇	一七七・〇	一三八・八	一九三・三
					三三三・〇

第二章 水 第二〇節 濾水器に於ける砂の濾過効力の比較



濾過効率	除泥後の日時		濾過前(m)	濾過後(n)
	一日	七日		
$\frac{100 \times (m-n)}{m}$	四・八%	二一・五%	一六八・〇	一六八・〇
$\frac{100 \times (m-n)}{m}$	七〇・二%	八二・〇%	五〇・〇	二八・八
$\frac{100 \times (m-n)}{m}$		七九・六%		三四・三

これによりて知らるるが如く、換砂又は除泥の直後に於ては濾過効率最小にして、日時の経過するに従ひ次第に其の値を増大し、約一週間を経過するに至つて濾過率は最大の値に達し、爾後殆ど同一の効率を持続することが判るのである、然しながら濾過速度が次第に小になつて、同一時間内の濾過水量が減少して來るとは當然である。これによりても亦濾過水量が少なくて需要に應じ能はざる時に非らざる限り、妄に換砂又は除泥すべきでないことは證明される。

## 第二一節 濾水器に於ける木炭の濾過効力

一、目的 炭素粒はよく氣體又は色素類を吸着する性質があるから、脱臭劑又は着色劑として使用されることが多い。依て着色せる水を木炭を填めた濾過器を通過せしめると、其の一部又は全部は脱色されて、淡色又は無色の透明なる水となる事實を實驗せんとするのである。

二、原理 炭素の色素吸着力を利用して、少量の色素を溶解せし水を木炭濾過器に通して、これを吸着脱色せしむることを原理とする。

三、材料 骨炭粒、木炭粒、篩(約二分眼)、漏斗台、濾過紙、試験管、ブンゼン燈、燐寸、水、赤インキ、ガス乾燥塔(前實驗に用ひたる物)、ビーカー、ガラス棒。

四、方法 (イ)ビーカーに水を汲入れ、これに赤インキの一滴を加へて極めて薄き赤色溶液を造れ、若し赤インキが多きに過ぐれば實驗の結果を不明ならしめるから、更に水を加へて微赤色を認め得る程度の稀薄赤色溶液となせ。

(ロ)試験管に長さ約二分一程骨炭粒を入れ、これを恰も骨炭粒を被ふまで(イ)の赤

色溶液を加へ、ブンゼン焰にて暫時煮沸せよ。

(ハ)漏斗に濾紙を嵌め漏斗台に装置し、(ロ)にて煮沸せし液を冷却せし後濾過して濾液を試験管に受け、液色を(イ)の濾過前の原液の色と比較し、殆ど無色となれるか、或は全く無色に脱色せることを證せ。

(ニ)ガス乾燥塔に前實驗の場合の如くガスマ毛を入れて底部を支へ、塔内に篩にて粒を揃へたる木炭粒の一度清洗したるものを高さ塔の一〇分九程填め、上部に漏斗を装置すること、第二九圖と同様にせよ。

(ホ)(イ)にて造れる赤色液を漏斗より徐々に装内に通して流出液をビーカーに受け、この受けたる液色が尙赤色を帯ぶ時は、更にこれを繰返してこれを塔に通すと再三にして、流出液を試験管に取り、(ハ)と同様にこれを原液に比較して、殆ど脱色して無色となるか或は全く無色なることを檢せ。

五、結果 以上の實驗上の事實により、炭素は水中に溶存する色素を吸着脱取してこれを無色ならしめることを知る、従て着色せる水を濾過するには木炭濾過器を必要とする所以を知り得らるる。

六、注意 不良水を改良して清淨にするための家庭用濾過器は、多くは砂濾器であつて細砂のみを填充剤として使用するも、こは混濁水を清淨ならしむるに有效なるのみで、着色水を無色ならしめることは不可能である、依て混濁且着色せる不良水を清淨改良するには、砂と木炭とを層々相互に填めこみたる濾過器を使用すべきこと、普通家事教科書に記載する如くである。

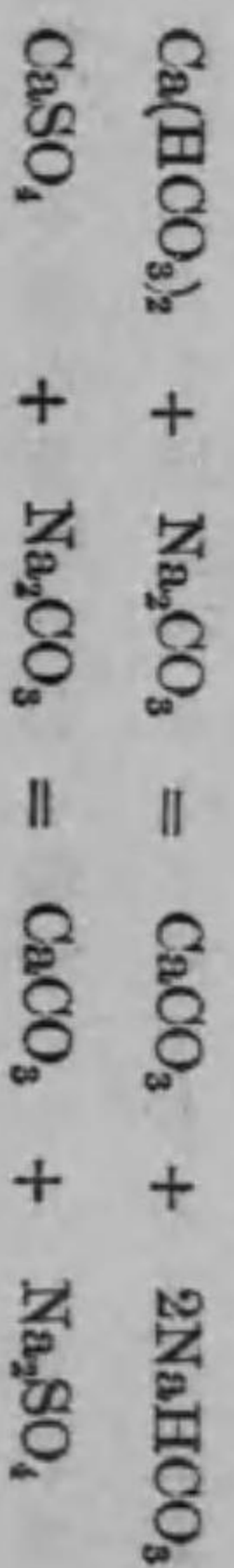
濾過器に填充剤を支ふるために、器底には棕櫚を砂上には毛布を置く場合があるが、こは寧ろ省略して、器底には有孔板を置いて砂を支へ、砂上にも更に有孔板を置いて砂の反轉を避けるやうにする方が合理的である、而して全装置は木製の桶とし、桶の内面にはパラフキン(石蠟)を塗り、一旦火上に支へて蠟を融解し、これを實質に浸入させ、以て水が木質内に浸入し、これを溶解腐蝕することを防ぐ。

換砂除泥は濾過効率を小ならしめるから、妄にこれを行はず、萬止むを得ずこれを行ふには、豫め約一週間前に第二の濾過器を装置してこれに水を通しつつ濾水を捨て、其の効率の増大するを待ちて濾水を使用することとし、かくて第一の濾過器を換砂除泥するのである。

## 第二二節 洗濯用水の軟化法

一、目的 天然水は溶液で必ず多少の硬度を有するのは普通であるから、石鹼溶液を沈澱させる、従て石鹼洗濯に於てこれに伴ふ種々の損失と危害とを受ける、依てその硬度を去りて所謂硬度零の軟水たらしむるに、最も簡易にして廉價なる家庭的方法を知らしめることを目的とする。

二、原理 硬水はカルシウム及びマグネシウムの酸式炭酸鹽、硫酸鹽及び鹽化物の溶存に原因するもので、これを沈澱除去して軟化せしむる物理的及び化學的方法は多數あり得る、然しながら家庭的方法として何等特別の大仕掛なる装置を用ひずに、極めて簡単に而して安價にこれを軟化する方法は、洗濯用水に對しては炭酸ナトリウム溶液を加ふるにある、この際に行はるる化學變化は左式に依て示すことが出来る。

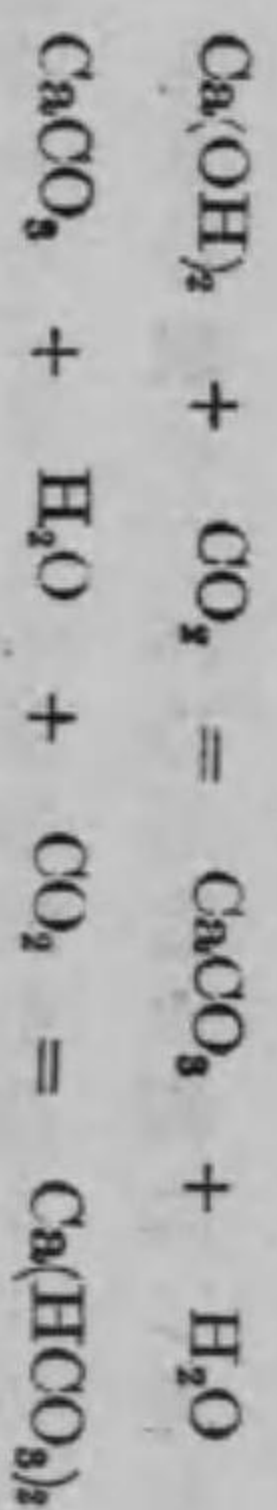


$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$

炭酸カルシウム又はマグネシウムは水に不溶解性なるが故に沈澱し、ナトリウムの酸式炭酸鹽、硫酸鹽又は鹽化物は水に可溶性なるが故に溶存する、依てこれを静置して上清液を使用するか、若しくは濾過して濾水を使用するかすれば、炭酸のカルシウム又はマグネシウム鹽を含まずして、獨りナトリウム鹽のみを含む水を得る、本實驗はこれを原理とする。

三、材料 ビーカー、ガラス管、漏斗、漏斗臺、濾過紙、試験管、試験管臺、蒸溜水、石灰水、炭酸ナトリウム、硫酸カルシウム、鹽化カルシウム、石鹼アルコール液。

四、方法 (イ) 酸式炭酸カルシウム液を造るために、稍稀薄なる石灰水をビーカーに約二〇蚝取り、これにガラス管を口に啣へて呼氣を吹き込め、然る時は始めに炭酸カルシウムの白色沈澱を生じ、引續き炭酸ガスを吹込めば酸式鹽を生じて透明なる水溶液となる。



(ロ)硫酸カルシウムの稀薄液を造るために、ビーカーに硫酸カルシウムの白色粉末約一瓦を秤取し、これに蒸溜水約二〇蚝を加へて充分に攪拌したる後、約一〇蚝を濾取し、これに蒸溜水を加へて二〇蚝となせ。

(ハ)鹽化カルシウム液を造るために、其の約〇・二瓦をビーカーに秤取し、これに蒸溜水二〇蚝を加へて溶解せしめる。

(ニ)イ(ロ)(ハ)の溶液を別々に各試験管に三蚝位づつ取り、これに石鹼アルコール液二―三滴を加ふれば、それぞれにカルシウム石鹼の白濁を生ずるを見る。

(ホ)イ(ロ)(ハ)の溶液の残りのビーカーに、それぞれに炭酸ナトリウムの濃厚溶液(1:10)の過剰即ち約一〇蚝づつを加へて攪拌し、含有せる可溶性カルシウム化合物を全部炭酸カルシウムとして沈澱せしめる。この際可溶性カルシウム鹽の沈澱せずして残留せるか否かを檢するには、其の一蚝許を濾取し、これに炭酸ナトリウム液を加へ、炭酸カルシウムの沈澱を生ぜざるに至ればよい。かくて(イ)(ロ)(ハ)の各液を濾過し、透明なる濾液を得よ。

(ヘ)(ホ)にて得たる各濾液約三蚝を別々の試験管に分取し、各に石鹼アルコール液

二―三滴を加へて觀察すれば、各液はカルシウム石鹼の沈澱を生ずることなくして透明であり、これを振盪すれば五分間消失せざる泡を生ずる。

五結果 (イ)以上の實驗により、硬水を軟化するには、其の一時硬水なると永久硬水なるとを問はず、炭酸ナトリウム液を加ふれば可なることを知る。

(ロ)この方法は、簡單であり容易であり且安價である點に於て家庭的であるといひ得る、即ち目的の要求に合致する。

(ハ)加ふべき炭酸ナトリウムの量は洗濯水の硬度に應すべきもので、これを結晶炭酸ナトリウムとすれば左の關係がある。



即ち總硬度五六・〇七度の水一〇萬瓦に對し、結晶炭酸ナトリウム二八六・一六五瓦を加へる割合である。今普通の水の硬度は約一〇度であるから、これを假に一〇度とすれば、その一〇萬瓦に加ふべき結晶炭酸ナトリウム量は、左式の計算により約五一瓦である。

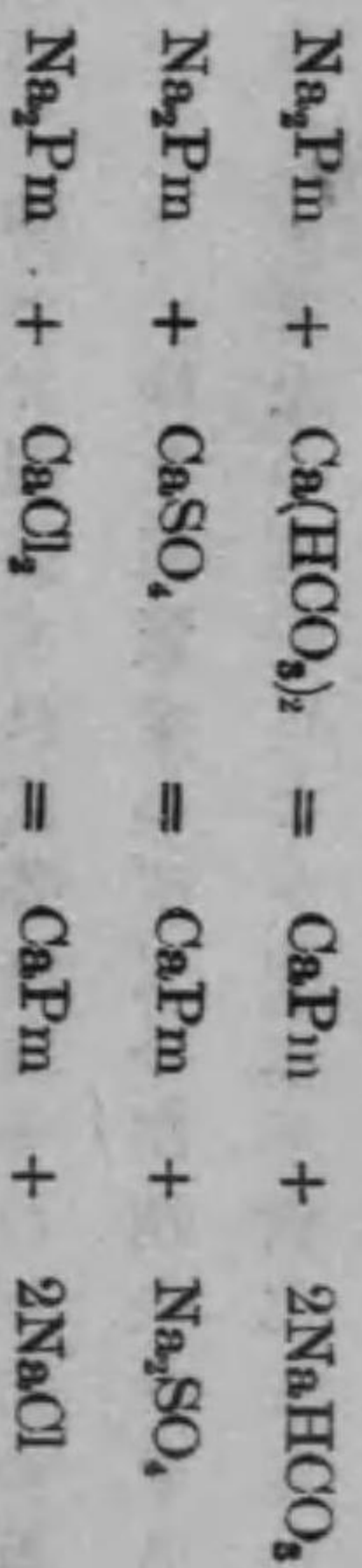
$$56.07 : 10 = 286.165 : x$$

$$x = \frac{10 \times 286.165}{56.07} = 51.037$$

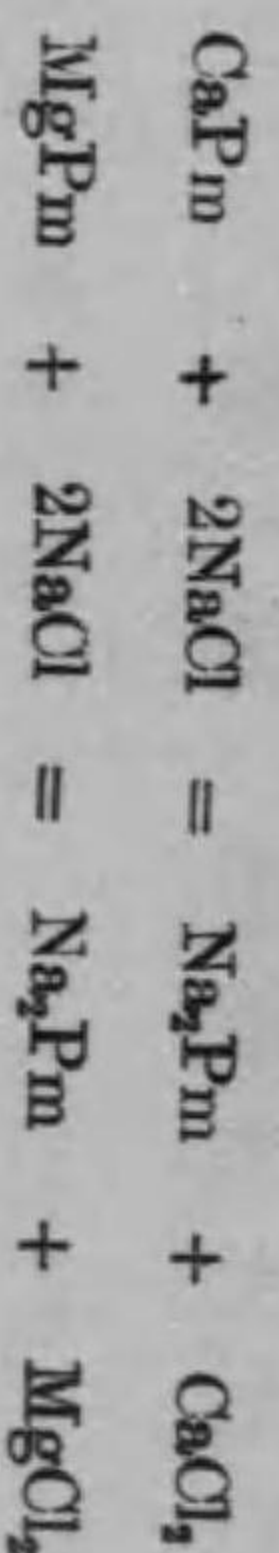
水一立は約一〇〇〇瓦で一〇萬瓦の一〇〇分一だから、右の割合は一立に對し〇・五一瓦である。然るに一立は我が度量衡の五合五勺だから、右の割合は又水一升一合約一升に對し一〇二瓦(約一瓦)即ち約四分一勺の割合である。

六、注意 (イ)硬水を軟化せし後に、其の沈澱物を去るにはこれを静置して上清液を取るか或はこれを濾過すればよいが、然しながら洗濯用としてはこれを分別せず、そのままに使用してもよい。

(ロ)硬水を軟化せしむるために、近年發明されたバームチット濾過器といふものある、バームチット (Permutite) は珪酸鹽の人造粒狀物で、珪酸アルミニウム・ナトリウムより成り、組成は  $3\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 6\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{16} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  にて示し得る、今これを  $\text{NaPm}$  で書き表はすと、硬水を軟化する化學變化は左式にて表はし得る。



$\text{CaPm}$  は水に不溶性だから、濾過水はナトリウムの酸式炭酸鹽、硫酸鹽又は鹽化物のみを含みて軟化される。長期間使用後濾過效力を失ひなば、これに一〇%食鹽水を通せば再び效力を回復する。



鹽化カルシウム・マグネシウムは共に可溶性鹽だから、濾過水と共に濾過器より洗ひ去らるるのである。

### 第三章 洗濯劑

#### 第一節 炭酸ナトリウムの結晶水

一、目的 結晶炭酸ナトリウムは洗濯ソーダの名に於て、家事上洗濯劑として多く使用されるものである、然るにこの物質は  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  なる組成を有する無色の結晶體で、空氣中に曝露すると次第に結晶水を失ふて、其の一部若しくは全部は無水炭酸ナトリウムの白色粉末となる、これを風解したといふ。家事の洗濯では一定濃度の溶液としてこれを使用するから、結晶鹽と無水鹽とに於て溶解する分量を異にせなければ成らぬ。依て一定量の結晶炭酸ナトリウム中に含有する結晶水量を検定する必要がある、本實驗はこの検定を以て目的とする。

二、原理 一般の含水物が水を大氣中に放散するのは、其の物體の表面より發する水蒸氣壓が現在の空氣中の水蒸氣壓よりも大なる時に限る、故に結晶炭酸ナトリウムが風解するのは、表面の水蒸氣壓が其の當時の空氣中の水蒸氣壓より大なる

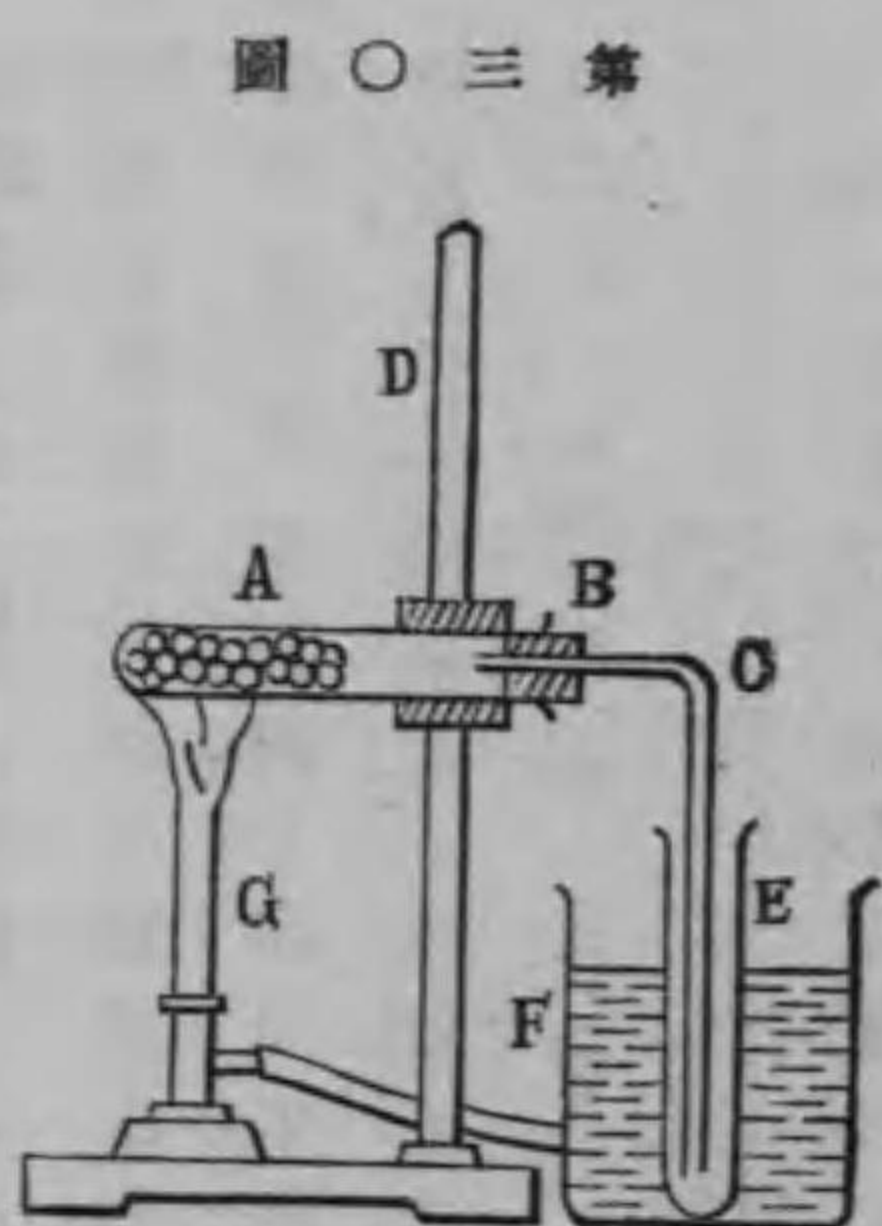
るがためである。然るに結晶炭酸ナトリウムを熱すれば結晶水の氣化を促進するから、表面より發する水蒸氣壓を増大して空氣中のそれよりも著しく大となる、依て次第に無水鹽となる筈である。

本實驗はこの原理に基き、一定量の結晶炭酸ナトリウムを密閉管中に熱して水蒸氣を驅逐して水中に冷せる試験管中に導きて凝結させ、その水なることを證明すると同時に、殘留せる無水炭酸ナトリウム量を秤り、前後兩量の差より結晶水の割合を決定する。

**三、材料** 硬ガラス製試験管(稍太き物)、普通試験管、レトルト臺、木栓、木栓壓搾器、木栓穿孔器、ガラス管、三角體、ブンゼン燈、結晶炭酸ナトリウム、水、無水硫酸銅、フェノール、フタレイン液、硫酸、天秤、分銅。

**四、方法** (イ) ガラス管を取りこれを直角に曲げ、硬ガラス製試験管Aに適合する木栓Bに孔を穿ちてガラス曲管Cを貫きて試験管口に嵌め、レトルト臺Dに支ふる。こと第三〇圖に示すが如き装置を組立てよ。

(ロ) 硬ガラス製試験管を秤量してこれを $m$ とせよ、これに内容約四分一の結晶炭



第三〇圖

酸ナトリウムを入れて再び秤量し、これを $m_1$ とせよ、然る時は秤取せる結晶炭酸ナトリウムの質量は $m_1 - m$ とす。

(ハ) かくて再び圖の如き装置をレトルト臺に組立て、曲管の先端に試験管Eを嵌め、これに水を入れし、ビーカーF中に立てて冷やせ。

(ニ) 試験管Aをブンゼン燈Gにて初めは徐々に最後に稍強く熱すれば、初めは泡立ちて終に全く白色の粉狀物を殘すに至ると同時に、試験管Eには無色透明なる液體の集まるを見る、その少量を無色硫酸銅末に濕ほせば青色を呈すること、或は色味臭及び氷點沸點比重等の特性を検すれば、水に一致することにより右の液體は水なることを斷定し得る。

(ホ) 冷却後装置を解き、試験管Aを白色粉狀物と共に秤量し、其の質量を $m_2$ とせば、殘留せる白色粉狀物の質量は $m_2 - m$ 、 $M$ 、 $n$ である。

(ヘ) 結晶炭酸ナトリウムと(ホ)の白色殘留物とを別々に二本の試験管に取り、これ

に水を加へて溶液となし、フェノール・フタレイン液一—二滴を加ふれば共に紅色を呈するにより右の兩物質は同性質を表はすことが判る。

(ト)結晶炭酸ナトリウムと白色殘留物とを別々に二本の試験管に取り、これに數滴の硫酸を加ふれば泡立つ、其の氣體の何なるかを知るために、磷寸の焰を管口内に入れば火は消ゆること及び石炭水を白濁せしむることにより、炭酸ガスを發生せしことを知る、從て右の兩物質は炭酸ナトリウムなることを推定し得る、依て前者は結晶鹽なるに反して後者は無水鹽でなければならぬ。

五、結果 (イ)以上の實驗により、結晶炭酸ナトリウムM瓦より無水炭酸ナトリウムM<sub>1</sub>瓦を得らるるから、結晶炭酸ナトリウムM瓦は純無水炭酸ナトリウムM<sub>1</sub>瓦と結晶水M-M<sub>1</sub>瓦とから成つて居る割合である、依て純無水炭酸ナトリウム一瓦分子量Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>=160.05瓦に對する結晶水量は左式によつて算出される。

$$M : 106.005 = M - M_1 : x$$

$$x = \frac{106.005 \times (M - M_1)}{M} = 180.16(\text{瓦})$$

(ロ)この結果より結晶炭酸ナトリウムの分子式を書けば、水の一瓦分子量は其の

分子式により  $H_2O = 18.016$  瓦だから、(イ)で見出した結晶水の總量は明らかに  $180.16 + 18.016 = 10$  瓦分子量である、依て結晶炭酸ナトリウムは  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  で書き表はし得る。

(ハ)從てこの結果により、或る量の水に結晶炭酸ナトリウム  $106.005 + 180.16 = 286.165$  瓦を溶解させた溶液と、同量の水に無水炭酸ナトリウム  $106.005$  瓦を溶解させた溶液とは、洗濯作用上同一の効果あることになる。

六、注意 (イ)家庭の臺所に保存した洗濯ソーダは往々風解して、其の表面が白色の粉末で被はれるか、或は内部まで風解して全く粉狀に碎けることがある、かかる有様になつた洗濯ソーダは變質したもので洗濯効果を失つたのであると考へられる場合が無きにしも非らずであるが、決して然らざることは本實驗でも證せられる。獨り無効でない許りでなく、却て作用が同量の結晶鹽よりも大であることが知られる。

(ロ)結晶炭酸ナトリウムの一部は風解すると、或る濃度の溶液を造る時に秤取すべき目方は不定となる、故に全くの無水鹽に非らざる限り使用上の秤量に困難が

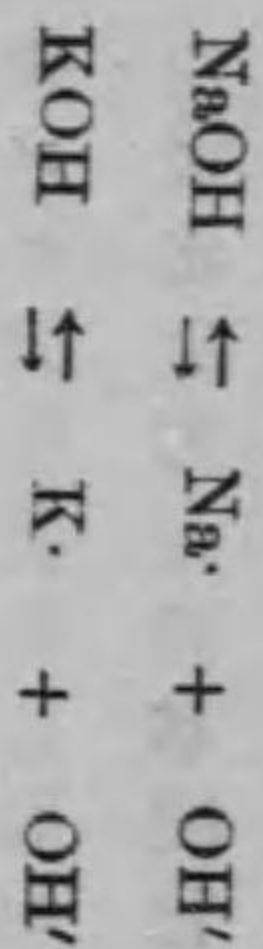


伴ふ。依てこの風解を避くるための貯藏法は、これを瓶又は罐に密閉するにある、かくすると初め結晶水の極小一部は放出されて密閉器の空間を占め、そこが水蒸氣で飽和されるに至ると、其の空間の水蒸氣張力が大となるから、それ以上の結晶水の放出が無くなる、嚴密にいへば結晶鹽の表面よりの水蒸氣張力よりも少しでも空間の方の張力が大となれば結晶水の放出が止まるから、結局結晶が風解しなくなる。

## 第二節 炭酸ナトリウムの加水分解

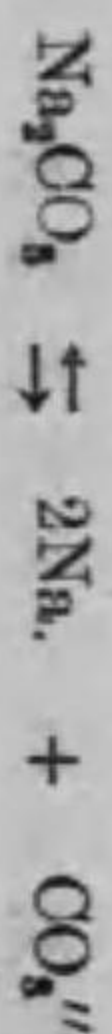
一、目的 アルカリ性反應は水酸イオンに特有の反應であるのに、水酸化物ならざる炭酸ナトリウムの水溶液はアルカリ性反應を呈するのは、水溶液に於て加水分解をなして水酸イオンを放つからであることを、證明するのは本實驗の目的である。

二、原理 水酸化ナトリウム水酸化ナトリウム等の水酸化物の水溶液にフェノール・フタレイン液を加へると、紅色を呈してアルカリ性反應を呈す、依てフェノール・フタレインは指示薬として使用し得ることを知ると同時に、アルカリ性反應はこれ等の水酸化物に共通の水酸イオンに基くことを知る。



然るに水酸化物ならざる炭酸ナトリウムの水溶液にフェノール・フタレイン液を加へても紅變してアルカリ性反應を呈する、さて炭酸ナトリウムは水溶液に於

て電離すれば、ナトリウムイオンと炭酸イオンとを放つのみで、



水酸イオンを放たざるに、而かもアルカリ性反応を呈する以上、これ等のイオンが何等かの變化を起して水酸化イオンを放つものと見なくてはならぬ、これ炭酸  $\text{H}_2\text{CO}_3$  は弱酸なるが故に  $\text{CO}_3^{2-}$  なるイオンを生ずること能はずして、 $\text{HCO}_3^-$  なるイオンを生ずるに止まる、依て前式に於て一旦生ぜし  $\text{CO}_3^{2-}$  は直に水の微かなる電離によりて生ぜし水素イオン  $\text{H}^+$  と會合して  $\text{HCO}_3^-$  となり、水酸イオン  $\text{OH}^-$  を殘留するに由るのである。

フェノール・フタレインを紅變せしめた炭酸ナトリウムの稀薄溶液に炭酸ガスを吹込みてアルカリ性を中和したる後、更に徐々に蒸溜水を加へて溶液の稀釋度を増加して電離度を大ならしめても、再びフェノール・フタレインは紅變しない、依て炭酸ナトリウムの電離的加水分解に全部一時的に遂行されるものだと考へられる。

三、材料 水酸化ナトリウム液(1:10)、水酸化カリウム液(1:10)、フェノール・フタレイ

ン液(1:10)、結晶炭酸ナトリウム、蒸溜水、ガラス棒、ガラス管、ビーカー(二個)、試験管。

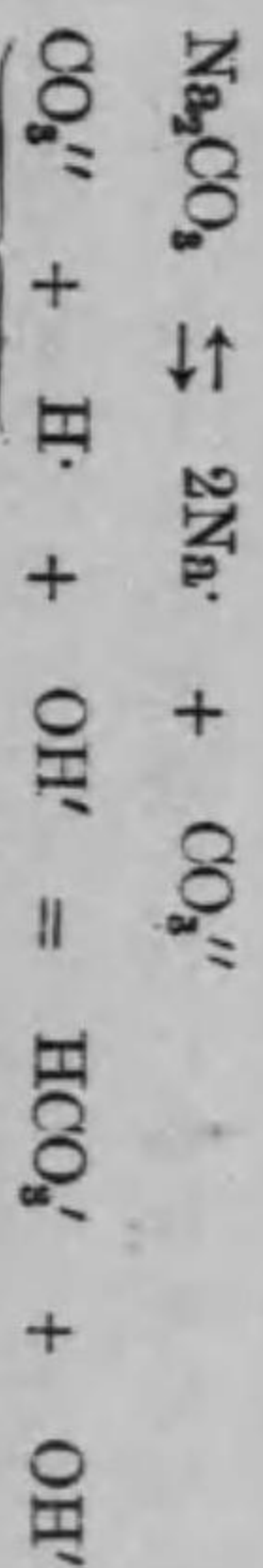
四、方法 (イ) 二本の試験管に別々に水酸化ナトリウム液と水酸化カリウム液とを、各三坩許づつ取り、各管にフェノール・フタレイン液二―三滴を加へて靜に保ちて觀察すれば上部は鮮紅色を呈し、次に徐々振盪すれば全部紅變してアルカリ性反應を呈する。依てアルカリ性反應は、水酸化物に特有な水酸イオンによることが知られる。

(ロ) 結晶炭酸ナトリウム約〇.二瓦をビーカーに分取し、これに蒸溜水約二〇〇坩を加へてガラス棒にて攪拌溶解させ、これにフェノール・フタレイン液二―三滴を加へると、紅變してアルカリ性反應を呈する、依て水溶液中には水酸イオンの存することが知られる。

(ハ) (ロ)のビーカー内の溶液に、口に銜へたるガラス管より呼氣の炭酸ガスを吹込めば、炭酸ガスの溶解による炭酸のためにアルカリ性反應は打消されて、遂に中性液となり無色になる。依て炭酸ガスを吹込むことを止め、ビーカーの溶液に蒸溜水を徐々に加へ、溶液の稀釋度を如何に増加せしむるも、再び溶液はアルカリ性反

應を呈して紅變せず。

五結果 以上の實驗により、炭酸ナトリウムは水溶液に於て、殆ど全部は一時に電離的加水分解を左記方程式の如くすることが推知される。



即ちこの水酸イオンの爲にアルカリ性反應を呈し、而かも徐々に段階的に加水分解するのではなく、一時に全部的だから、アルカリ性は可なり強く従て洗濯物に危害を與ふる思がある。

一時に全部的加水分解をすると推定するのは、若し徐々に段階的ならば、一度炭酸ガスを吹込みて無色に中和してから蒸溜水を或る分量だけ加へると、残りの分子状態の炭酸ナトリウムは電離的加水分解をして、再びアルカリ性反應を呈し紅變すべきだからである。

六、注意 この實驗を行ふに方り、ビーカーの炭酸ナトリウム液が濃度大であると、炭酸ガスを長時間吹込まねば無色にならないから、多くの時間を要する缺點が

ある。かかる場合には、ビーカー内の溶液の一部を捨て、蒸溜水を加へて濃度をうすめたる後に炭酸ガスを吹込めば、短時間にて好結果を得ることが出来る。

實驗材料としての炭酸ナトリウムは、必ずしも結晶鹽でなくて無水鹽でもよいが、前者は普通に得られ易く且家庭でも洗濯に用ふる安價のものであるが、無水鹽は普通でなく且高價だから前者を用ふる。

炭酸ナトリウムの加水分解の方程式は、前出のものは電離方程式から出發したのであるが、電離思想から離れて單に分子方程式で書けば左の如くなる。



この場合に水二分子が作用して、炭酸  $\text{H}_2\text{CO}_3$  一分子と水酸化ナトリウム二分子を生ずと考ふるのは不穩當であらう。

### 第三節 炭酸ナトリウム液の脂油乳化作用

一、目的 炭酸ナトリウムの水溶液は木綿織の洗濯劑として用ひらるる理由を理解するため、炭酸ナトリウム液が脂肪及び油類を乳狀化する作用あることを知るのを、本實驗の目的とする。

二、原理 脂肪及び油の成分は、いづれも高等脂肪酸のグリセリル・エステルで水に溶解せず、又水と共に振盪混合してこれを静置すれば間もなく分離し、輕き脂油は上層に、重き水は下層をなして上下二層に成るものである。然るに或る適當なる溶液を用ひて振盪すると、脂油は微細なる小球に碎けて溶液内に一樣に擴散懸垂し、これを静置するも再び上下二層に分離せざるに至ること、恰も牛乳中の脂肪球の如くなる、かかる現象を乳狀化作用といふ。

本實驗は、洗濯劑として使用する炭酸ナトリウム液は脂油に對して、この作用を營爲する事實に基くものである。

三、材料 試験管、試験管台、木栓、木栓壓搾器、蒸溜水、菜種油(又は他の油)、炭酸ナトリ

ウム液(1:10)、白綿布(二枚)、ビーカー(二箇)。

四、方法 (イ)試験管二本を選び取り、これに適合する木栓を取り、木栓壓搾器にて軟らげ、其の口端に嵌め得るやうにせよ。

(ロ)右の試験管の一本に蒸溜水三蚝許を入れ、他の一本の試験管に炭酸ナトリウム液三蚝許を入れ、各管に菜種油二滴程加へて木栓を施せ。

(ハ)各試験管を縦に振盪すること約一—二分時にして試験管臺に立て、これを静置すること十分時餘にして管内の混合液を観察すれば、振盪直後に於て兩管共に同様に白色乳狀液なりしものが、蒸溜水管の方は次第に上下二層に分離し、上層は油にして下層は水となりて透明となるも、同時刻に於て炭酸ナトリウム管に於ては以然として乳狀態を呈するを見る。

(ニ)二個のビーカーの一方に蒸溜水五〇蚝許を入れ、他方に炭酸ナトリウム液の同量を入れ、各器に白綿布に菜種油の斑點を着けしものを浸して、振付けし後、指端にて油點部を丁寧揉み且振れ。

(ホ)右の白綿布をビーカーより引出して一旦多量の水中に洗ひ、水を絞りたる後

濾紙間に壓迫して餘分の水を吸取り、最初の油斑點を比較検査すれば、蒸溜水中に揉みしものには依然として油點を認め得るも、炭酸ナトリウム液中に揉みしものには殆ど油點を認め得ず。

**五、結果** 以上の實驗によれば炭酸ナトリウム液は脂油を乳狀化する作用あることを知ると同時に、白綿布の油斑を洗ひ去り得る事實により、脂油洗濯劑として用ひ得ることを知る、これ往々炭酸ナトリウム液が洗濯劑として使用されることある所以である。

**六、注意** 脂肪の乳狀化作用は水酸化ナトリウム・水酸化カリウム及びアンモニヤ水等のアルカリ性溶液によりて行はるゝ事實より考ふれば、炭酸ナトリウム液の脂肪乳狀化作用は、加水分解によるアルカリ性液に原因すること明らかである。而してこの乳狀化作用の原因の何なるかにつきては、其のアルカリのために脂油との接觸表面に於て微量の石鹼が成立し、



この石鹼が水に溶解して膠狀液を造り、これが微細に碎かれたる脂油の小球を溶

液内に懸垂支持して、再び集合すること無からしめるのになると説明されて居る。炭酸ナトリウム液が脂油を乳狀化するのは加水分解によるアルカリによるものではあるが、其の加水分解度は一時に全部的であるから、乳狀化して餘りあるアルカリのために布片が危害を受けることを免れ難い、其の危害は纖維素より成る綿布では酸化纖維素を生じて強さを減じ、フキプロインより成る絹布やケラチンより成る羊毛布では、實質は多少溶解されることに成る、この點に於て炭酸ナトリウムは洗濯劑としての第一の缺點を有する。

次に炭酸ナトリウム液は脂肪油を乳狀化して布面より溶液中に運搬し去るけれども、脂油以外の汚物を布面より取去る作用を有するものでは無い、故に脂油を洗ひ去り得るも脂油以外の汚物の洗濯には無効である、これ炭酸ナトリウムの洗濯劑としての第二の缺點である。

炭酸ナトリウム液は稍強きアルカリ性溶液であるために、布片の染色に作用してこれを脱色させる場合が多い、これ炭酸ナトリウムの洗濯劑としての第三の缺點である。

#### 第四節 灰汁の浸出による粗炭酸カリウムの證明

一、目的 昔時より洗濯劑として使用し來れる灰汁中には、炭酸カリウムを含有することを證明し、その洗濯作用は炭酸カリウムの加水分解によるアルカリに基因することを決定して、炭酸ナトリウムのそれと比較理會せしむることを目的とする。

二、原理 炭酸カリウムは水に可溶性の固體である、故に木灰を水にて浸出すれば主として可溶性鹽なる炭酸カリウムは溶解して溶液となる、唯これに伴ふて僅少の他の可溶性鹽が溶出するに止まる。依て其の浸出液を分取したるものは炭酸カリウム液と見ることが出来る。

其の溶液にフェノール・フタレイン液を加ふる時にアルカリ性反應を呈するとせば、炭酸カリウムの加水分解を示すもので、從て灰汁の洗濯に效果あるとすれば、恰も炭酸ナトリウム液のその如く脂油乳化作用に基因するものだとすべきで

ある。本實驗は、これ等の原理に基礎を置く。

三、材料 ビーカー、漏斗、漏斗台、ガラス棒、濾過紙、試験管、試験管台、木栓、木栓壓搾器、蒸溜水、フェノール・フタレイン液、菜種油、蒸發皿、湯煎器、稀硫酸(二〇)、石灰水。

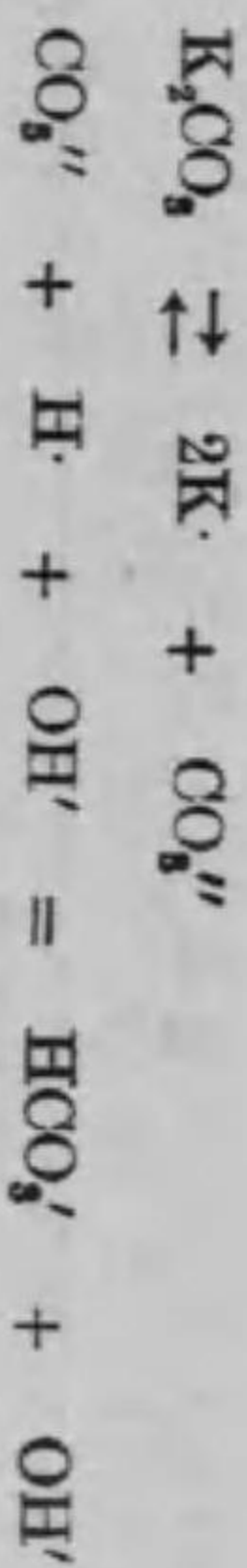
四、方法 (イ)炭酸カリウム〇・五瓦許りを試験管に取り、これに蒸溜水約六ccを加へて振盪溶解せしめよ、容易に溶解することを知り得るであらう。

(ロ)右の溶液を試験管に二分し、其の一方に稀硫酸二―三滴を加へると盛に泡立つ、依て管口を拇指にて塞ぎ發生せる氣體を管内に集積せしめたる後、管内にマッチの餘燼を挿入すれば消ゆる事實及び石灰水に作用せしむれば白濁する事實により炭酸ガスを發せしことを知る。



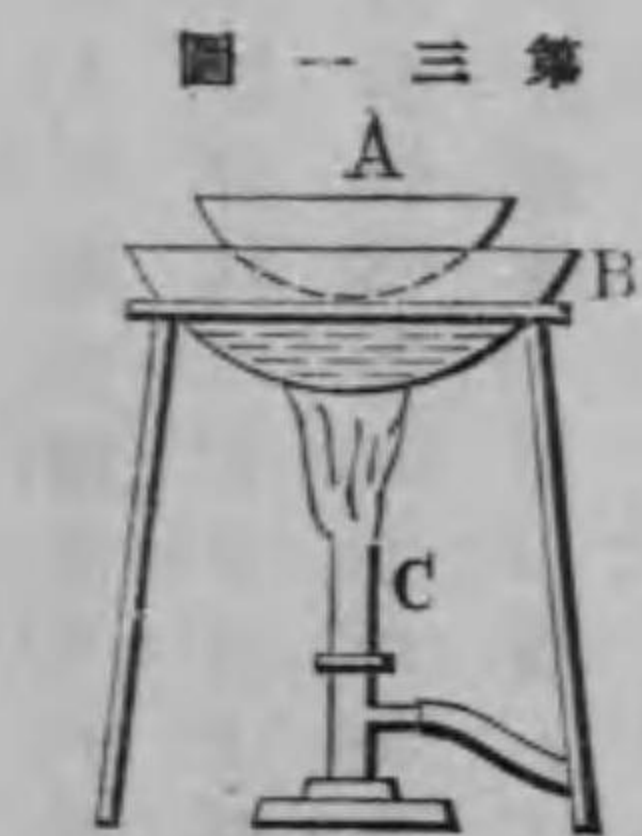
依て炭酸化合物は酸の作用により、炭酸ガスを發生するの特性を有し、これによりて炭酸化合物を検出し得る。

(ハ)試験管の他の一方に、フェノール・フタレイン液を滴加すれば紅變する、これ炭酸カリウムは左の電離的加水分解をなすによる。



(ニ)木灰一〇瓦を秤取し、これに水五〇耗を加へて充分に攪拌放置すること約一〇分時にして濾過し、濾液三耗許りを試験管に分取し、これに稀硫酸二―三滴を加ふれば炭酸ガスを發し、炭酸化化合物を含有することを知る。

(ホ)他の試験管に(ニ)の濾液三耗許りを取り、フェノール・フタレイン液を滴加すれば、紅變してアルカリ性反應を呈するを見る。依て含有せる炭酸化化合物が、加水分解して水酸イオンを放ちしことを知る。



(ハ)(ニ)濾液一〇耗許りを蒸發皿Aに分取し、湯煎器B上に載せ、ブンゼン焰Cにてこれを蒸發乾涸すれば、白色の固體を残す、この固體の一部に稀硫酸の一滴を點すれば發泡して炭酸ガスを發し、他の一部を炭酸カリウムと並べて空氣中に暫時放置すれば、兩方共に潮解することにより、其の固體が少くとも炭酸カリウムを含有することを知る。

(ト)(ニ)の濾液の残り三耗許りを試験管に取り、これに菜種油一―二滴を加へ木栓を施して振盪すれば、油は容易に乳狀化することを知る。

五、結果 以上の實驗により、灰汁は炭酸カリウムを含有することを推定し得べく、又固來灰汁が洗濯劑に使用され來りし理由を理解し得る。然れども、其の洗濯效果は、炭酸ナトリウムの如く脂油に對してのみ有效である。

六、注意 (イ)木灰四五〇瓦を九〇〇瓦の水にて浸出すること前後六回にして、得たる各液中の粗炭酸カリウムを定量せし結果は左表の如くである。

回数	濾液の體積(耗)	同 比	重	粗炭酸カリウム(瓦)
一	三五八	一、〇八〇四	三六・〇	
二	四二四	一、〇六二〇	三三・〇	
三	三二四	一、〇三三七	一四・〇	
四	四二〇	一、〇二二一	一四・〇	
五	三六六	一、〇〇八九	五・〇	
六	三〇四	一、〇〇五〇	二・五	
計			一〇一・五(二〇・三%)	

これに依て見ると、木灰中の粗炭酸カリウム量は約二〇%である。

(ロ)草灰成分の一例として、葦草灰の成分を山村銳吉氏の分析せし結果を表示すると、左表の如くである。

成分	水戸産	淺草産	鹿兒島産
可溶性物	六四・一二	五七・五八	五三・三五
不溶性物	三五・八八	四二・四二	四六・六五
硅酸	二・三三	五・二八	一〇・三三
酸化第二鐵	〇・四三	〇・五八	〇・八二
アルミニウム	一・二九	一・八四	三・二三
カルシウム	一四・七〇	一一・六四	一一・一三
マグネシウム	二・九七	一・七二	一・七〇
カリウム	三四・六四	二九・五七	二九・九七

右の灰一〇〇瓦を浸出して得らるる水溶液中に含める固形分總量は三八六一%にして、これを細別すれば左表の如くである。

成分	量	成分	分量
硫酸カリウム	二・三一	各種混合鹽	二・八六

鹽化カリウム	(三〇度)	四・二五	炭酸カリウム	一五・七二
鹽化カリウム	(四〇度)	一三・四七	(計)	三八・六一

依りて炭酸カリウム鹽の量は、約二〇%と見ることが出来る。

(ハ)灰汁の洗濯劑としての効果は、炭酸カリウムによるものであるから、洗濯劑としての缺點も亦これに依るべきで、それは殆ど炭酸ナトリウムと同様であると考へればよい、何となればこの兩物質は其の性質同一だからである。



## 第五節 石鹼の遊離アルカリの検査

一、目的 石鹼は脂肪と水酸化アルカリとの化合によりて製造せしもので、洗濯劑としては正しく中性のものであるべきで、化合せざる遊離アルカリが残留すれば衣類繊維に有害作用を呈する、依て石鹼中に遊離アルカリを含有するか否かを檢知することを以て本實驗の目的とする。

二、原理 水酸化アルカリは洗濯用石鹼としては硬石鹼なるが故に水酸化ナトリウムである、水酸化ナトリウムは空氣中に放置すれば徐々に炭酸ガスを吸収して炭酸ナトリウムを生じ、風解性があるから白色粉末となつて表はれる。



又水酸化ナトリウムはアルコール溶液でも電離して水酸イオンを放つから、アルカリ性反應を呈し、フェノール・フタレインを紅變するが、石鹼分は水溶液に非らざる限りアルコール溶液では電離しない、依てアルコール溶液のアルカリ性反應の有害を檢すれば、遊離アルカリの存否が知られる。

同様の理により、一定濃度の石鹼アルコール溶液を、一定濃度の酸液で滴定すれば、含有する遊離アルカリ量を定量することも出来る。

本實驗は、以上の三通りの原理に立脚して、遊離アルカリの存否及び存在する時の含有量を定量せんとするのである。

三、材料 白紙、マイヤーフラスコ、木栓、木栓壓搾器、リットル・フラスコ、ビウレット、ピウレット台、ビベット、ピーカー、試験管、天秤、ガラス棒、フェノール・フタレイン液、N/10 硫酸液、無水アルコール、蒸溜水。

四、方法 (イ) 可檢石鹼を久敷空氣中に放置するか或は久敷放置された可檢石鹼にして、遊離水酸化ナトリウムを含有する時は、空氣中の無水炭酸を吸収して炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を生成する、炭酸ナトリウムの結晶は含水結晶で普通品は  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  の組成を有するも、風解性があるから生成せる炭酸ナトリウムは無水鹽の白色粉末として表はれる、依て表面に白粉が表はれる時は、遊離アルカリを含有することを證する。

(ロ) 乾燥せる可檢石鹼の新らしき切斷面に、フェノール・フタレイン液を點滴すれ

ば、遊離アルカリを含めるものは五分間以内に紅變する。乾燥せる石鹼なるを要するは、若し水分を含める時は、純石鹼分も亦幾分かは加水分解して水酸イオンを放ち、アルカリ性反應を呈するからである。



時間を五分以内に制限するのは、石鹼やフェノール・フタレイン液は絶対無水なるを保證し難い、従て長時間後には微量なりとも加水分解をなすべきが故である。

(ハ)乾燥せる可檢石鹼二瓦を秤取し、マイヤー・フラスコに入れ、純無水アルコール一〇〇ㄆを加へ密栓して完全にこれを溶解せしめ、其の三ㄆ許を試験管に取り、フェノール・フタレイン液二—三滴を加へたる時、五分間以内に紅變するならば、(ロ)と同様に遊離アルカリの存在を示す。

(ニ)(ハ)の石鹼アルコール溶液一〇ㄆをビベットにてビーカーに分取し、ピウレットよりN $\overline{10}$ 硫酸液にてフェノール・フタレインを指示薬とし、紅色が消えて無色となるまでの硫酸液の消費ㄆ數を測定する。

(ホ)(ニ)の滴定法を二回反覆して、硫酸液の消費ㄆの平均數Vを見出す。

五、結果 水酸化ナトリウムと硫酸とは、左の方程式により重量比40,008:98,016にて化合することが判る。



然るにN $\overline{10}$ 硫酸液一ㄆ中に含有する硫酸量は0,049ㄆ瓦であるから、Vㄆ中に含有する硫酸量は0,049Vㄆ瓦である、依てこれと化合する水酸化ナトリウム量Wは左式の如く算出し得る。

$$98,016 : 0,049V = 40,008 : W$$

$$W = \frac{0,049V \times 40,008}{98,016} \text{ (瓦)}$$

右は石鹼液一〇ㄆ中の含有量であるから、一〇〇ㄆ即可檢石鹼〇・二瓦中の含有量はW×10瓦である、これを一〇〇分比に改算すれば左の如くなる。

$$0.2 : 100 = W \times 10 : Y$$

$$Y = \frac{100 \times W \times 10}{0.2} = \frac{100 \times 0,049V \times 40,008 \times 10}{0.2 \times 98,016} \text{ (\%)}$$

六、注意 本實驗の(イ)(ロ)(ハ)は可檢石鹼中に遊離アルカリを含有するか否かを檢出する方法で、この結果遊離アルカリを含有することが確定された後、若し其の

含有量を測定せんとする時に(ニ)ホ)の方法を實行するのである、換言すれば(ニ)ホ)の方法は、遊離アルカリの檢出法ではなくて定量法なのである。

洗濯劑としての石鹼に、遊離アルカリが含有された時、衣類に及ぼす有害作用の何であるかは、第四章に於ける纖維に關する實驗に譲る。

### 第六節 石鹼中の遊離脂肪の檢査

一、目的 洗濯劑としての石鹼中に、遊離脂肪が含まれてあると、洗淨の効果を減少し若しくは消失するから、其の有無を檢し或はこれを含む時の含有量を測定することを以て本實驗の目的とする。

二、原理 脂肪又は油はエチル・エーテルに可溶性であるが、純石鹼分や遊離アルカリ分及び水分等其の他の夾雜物は不溶性であるから、エーテルを用ひて石鹼中より脂肪を抽出し得ることを原理の一とする。  
更に脂肪及び油はエチル・アルコールに不溶性であるが、純石鹼分はこれに可溶性であるから、若し遊離脂肪含有の石鹼をアルコールに溶かせば、不溶性脂肪のためにアルコール液は混濁或は乳化することを原理の二とする。  
更に又脂肪及び油は、これを白紙に吸収せしめると其の部は半透明の油斑を生ずる特性を有する、これを本實驗の原理の三とする。

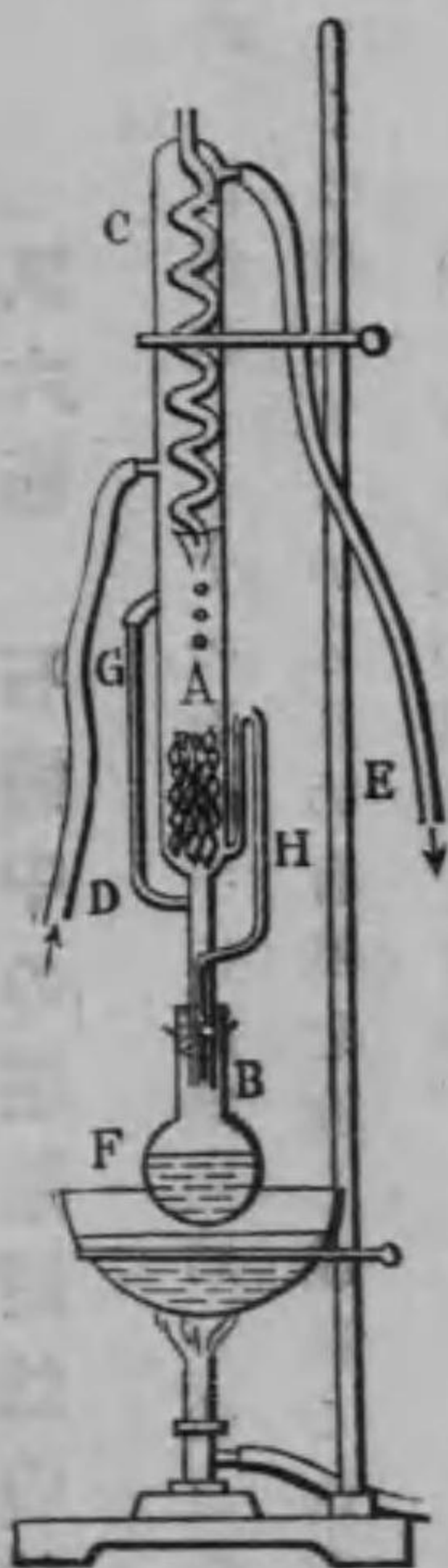
三、材料 白紙、試験管、木栓、木栓壓搾器、ソックスレー氏浸出器、レトルト壺、ブンゼ

ン燈、湯煎器、小形ガラス製蒸發皿、空氣乾燥器、寒暖計、デシケーター(硫酸乾燥器)、天秤、エチルアルコール、エチルエーテル、時計皿。

四方法 (イ)紙包みの石鹼ならば直に其の包紙を、然らざる時は石鹼を適宜大に切りこれを白紙に包みて放置した後其の包紙を検すれば、遊離脂肪を含める石鹼では油斑を生ずる。

(ロ)石鹼を薄片に削り取りて試験管に入れ、これに無水アルコール四坩許りを加へて徐熱したる後、管口に木栓を施して振蕪溶解すると、遊離脂肪を含有すればアルコールに不溶性だから、獨り石鹼のみ溶けて溶液は白濁する。

第三圖



(ハ)遊離脂肪の存在が判つた後これを定量するには、乾燥石鹼五瓦を薄片に削りて秤取し、これをソツクスレー氏浸出器の浸出管Aに入れ、フラスコBには容積約三分二のエーテルを入れ、コンデン

サーCに接続し、ゴム管Dより冷水を導入し、ゴム管Eよりこれを流出せしめ、フラスコを湯煎器Fにて徐熱すればエーテルは氣化し、其の蒸氣はG管を経てコンデンサーに入り凝結して落下し、浸出管内の石鹼を浸して脂肪を浸出し、エーテルは一定量だけ集積すれば、サイフォン管Hを経てフラスコに下り、フラスコよりは絶えずエーテルのみ氣化して前記の浸出作用を反覆する。浸出すること約一二時間にして浸出管Aのエーテルの二―三滴を時計皿に取出し、エーテルを氣化し去らしめし時、時計皿上に脂肪の痕跡をも残さざるに至つて浸出作業を止む。

(ニ)フラスコBのエーテル液を、豫め秤量せしガラス製蒸發皿に移し、フラスコB内は再三新らしきエーテルの少量にて洗ひ、洗液を蒸發皿に加へ、これを湯煎器上にて蒸發せしめると、粘稠なる脂肪を残す。

これを空氣乾燥器内にて約四五度(エーテルの沸點は三五度)にて三〇分間乾かし、デシケーター内に放冷後秤量し、再び乾燥放冷秤量を繰返して、連續二回一定秤量mを得るに至りて止む。

五、結果 (イ)以上の實驗により、可檢石鹼が多量の脂肪油を含有する時は、包紙に