

澱粉は白色の粉末にして顕微鏡下に之を検すれば原料たる植物の如何によりて大小形状を異にせる微粒よりなれるを見るべし。

澱粉は冷水には溶解せざれども水と共に煮沸するときは粒子膨脹して遂に破裂し澱粉糊 Starch paste を生ず此の冷溶液に沃素の溶液を滴加すれば濃青色となる之を熱すれば褪色し冷却せば再び着色す是れ澱粉を検出する鋭敏の方法なり。(第215頁参照)

澱粉の實驗式は $C_6H_{10}O_5$ にしてその分子式は未だ決定せられず然れども實驗式の或る倍数なるべきにより通常 $(C_6H_{10}O_5)_n$ にて示すものとす。

60. 糊精 Dextrin $(C_6H_{10}O_5)_n$

澱粉を稀硫酸と共に煮沸するときは先づ糊精に變じ終に葡萄糖となる。

糊精は白色若くは淡黄色の粉末にして水に溶け易くその溶液はゴムの如き粘着性を有す故に封筒及び印紙等の糊付に使用せらる。

糯米は此の物を多く含むが故に粘性に富む

糊精は澱粉と同一の實驗式を有すれどもその分子量は澱粉よりも小なるが如し而して糊精の水溶液に沃素の溶液を加ふるも濃青色を呈するとなし是れ澱粉と異なる著明の點なり。

61. セルローズ(纖維素) Cellulose $(C_6H_{10}O_5)_n$

セルローズは總ての植物纖維の原質なり故に纖維素の名あり麻綿等を酸類にて洗滌したるものは殆ど純粹なるセルローズなり

セルローズは白色の塊にして酸、アルカリ、エーテル等の如き通常の溶媒には溶解せず唯だ強硫酸には溶解して糊精を生じ遂に葡萄糖に變ず而して之を醱酵せしめばアルコールを生ずべきが故に紙、木材等セルローズよりなれる物よりアルコールを造るを得べし

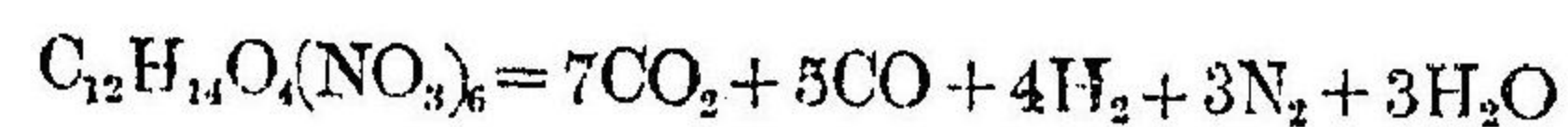
附言 紙 Paper. 我國古來の紙には専ら楮及び三椏のセルローズを用ひたりしが近頃は之に藁及び藍襪等を混するに至れり

洋紙は木材、藍襪、藁等を細截し苛性加里液を加へて煮て不純物を除去したる純白の纖維より造る

62. ニトロセルローズ Nitro-celluloses.

恰もグリセリンよりニトログリセリンを得たるが如く綿(即ちセルローズ)を濃硝酸と濃硫酸との混合液の中に浸すときは時間の長短によりて種々の硝酸エステルを生ず通常之をニトロセルローズと云ふ而してその浸す時間一晝夜位なれば $C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6$ なる組成を有するものを得此の物は外觀普通の綿に異ならざれども之に點火すれば劇しく燃焼し又た密閉器中に入れて打撃を

加ふれば猛烈に爆發すべし是れ此の際次の反應を起し多量の氣體を發生するによる



之を以て此の物は爆發藥として賞用せらる所謂綿火藥(火綿 Gun-cotton)是れなり

又た綿をその混合液中に浸す時間短小なれば $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_6(\text{NO}_3)_4$ 及び $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_8(\text{NO}_3)_2$ 等 (NO_3) 基の少きものの混合物を生ず是れはエーテル及びアルコールの混合液に溶解す此の溶液をコロデオン Collodion と名く之を蒸發すれば透明なる弾力性の薄膜を残すを以て寫眞板の膜を製するに用ひ又た外科術に應用しその他人造絹絲及びセルロイドの原料に供す。

コロデオンに強壓を加へて數多の毛細管を通じ熱湯中に壓出すればエーテル及びアルコールは蒸散してニトロセルローズの細絲を得べし是れ即ち人造絹絲 Artificial silk なり

此くして得たる人造絹絲はニトロセルローズなれば燃焼し易し依て之を酸化アンモニウムの水溶液に浸せば硝酸基を失ひて不燃焼性となる。

又たコロデオンに樟腦を混和して壓搾すればセルロイド celluloid と稱するものを得此の物は稍高き温度にては柔軟なれども冷却すれば弾性に富み堅硬の固體となりて外觀美なるが故に象牙、鼈甲、角、琥珀の代用として櫛笄、洋傘の柄等を製し又たゴム襪を造るに用ひらる然れども燃へ易きものなれば之を取扱ふには注意を要す。

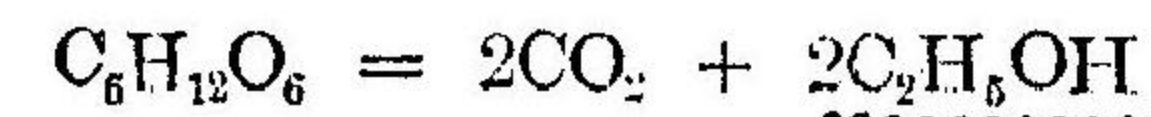
63. 炭水化物 Carbohydrates

以上述べたる葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)、果糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)、蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)

澱粉 ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n 及びセルローズ ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n 等は皆天然に産出する炭素、水素及び酸素の化合物にしてその水素と酸素との割合は水 (H_2O) に於けると同じ即ちその組成は一般に $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$ なる式にて示され恰も炭素と水との化合物なるが如き觀あり例へば葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) は $6\text{C} + 6\text{H}_2\text{O}$ 、蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) は $12\text{C} + 11\text{H}_2\text{O}$ 、澱粉 ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n は $n(6\text{C} + 5\text{H}_2\text{O})$ と見るを得べし而して此等は何れも氣化し難き固體にして之を強熱するときは炭素を残留し又た強硫酸を加へて熱するも大抵炭化して黑色に變ずるを認めらる故に此等を總稱して炭水化物(又は含水炭素)と云ふ然れども此等の物質に於て水、酸二素が水として含有せられざるとは構造式によりて明かなるを以て以上の名稱は當を得たるものにあらず。

炭水化物の中

(1) 葡萄糖及び果糖等は $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ の式を有し釀母の作用によりて醱酵して炭酸瓦斯を發しアルコールを生ず



又た此等に稀硫酸を加へて煮るも加水分解を起さず

此等を總稱して單糖類 Monosaccharoses と云ふ

(2) 蔗糖、乳糖及び麥芽糖は $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ の式を有し稀硫酸を加へて煮れば加水分解を起して單糖類に變ず即ち



此の際蔗糖は葡萄糖及び果糖

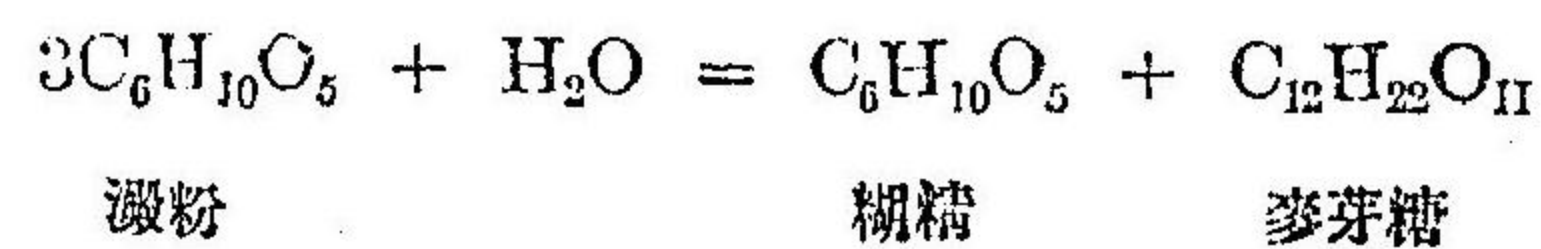
乳糖は葡萄糖及びガラクトース Galactose ($C_6H_{12}O_6$)

麦芽糖は葡萄糖の二分子

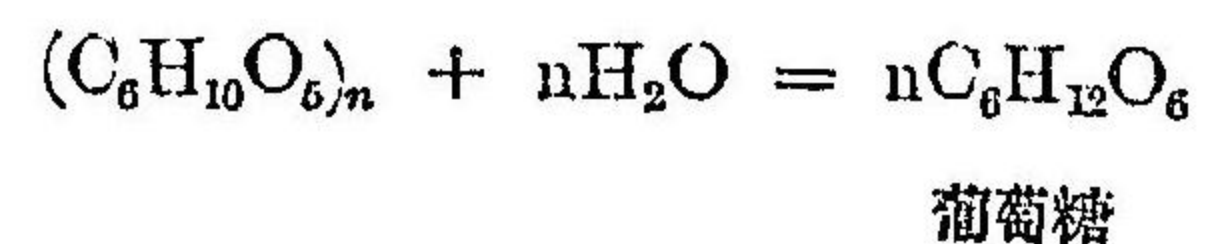
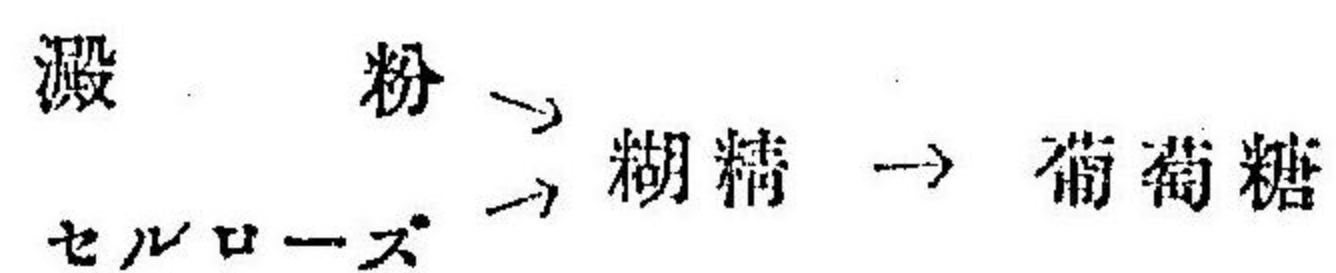
を生ず

此等を總稱して二糖類 Disaccharoses と云ふ

(3) 澱粉糊精及びセルローズ等は $C_6H_{10}O_5$ なる實驗式を有し分子式はその或る倍數にして通常 $(C_6H_{10}O_5)_n$ にて示さる而して澱粉にヂアスターゼと稱する無機酵素を加ふれば加水分解して糊精と麦芽糖とを生ず



又た澱粉を稀硫酸と共に煮るときは先づ糊精に變じ次で加水分解して葡萄糖となるセルローズも亦た同様の變化を受く即ち



此等を總稱して多糖類 Polysaccharoses と云ふ

單糖類及び二糖類は何れも水に溶解して甘味を有す故に之を總稱して砂糖類 (Sugars) と云ふとあり。而して多糖類は無味にして水に溶け難し。

以上述べし如く炭水化物は三種に大別するを得何れも直接若くは間接に醱酵作用を起してアルコールに變じ得るなり。然るに醋酸 $C_2H_4O_2$ 、乳酸 $C_3H_6O_3$ にありてはその組成炭水化物と同様に $C_m(H_2O)_n$ にて示さるるも醱酵作用を起すとなくその他種々なる點に於て以上の炭水化物と異なるが故に此等のものは炭水化物にあらず。

第九章 ベンゼン ナフタレン アントラセン

64. 石炭タールの乾溜 Dry distillation of coal-tar.

近年石炭タールを乾溜して數十種の有機化合物を分取し又た此等より數百種の鮮麗なる染料及び偉効ある薬品を製するを得たり(第310頁を参照せよ)

以下此等の物質に就てその大略を述べん

65. ベンゼン Benzene (C_6H_6)

石炭タールの分溜の際最も低き温度(80度乃至150度)にて溜出する液體中にはベンゼンと名くる炭化水素の多量を含有す此の物は一種の臭氣を有する揮發性の液體(沸點80.5度)にして冷却せば容易に白色の結晶に凝固す(その融點5.4度)。ベンゼンは頗る燃へ易くその焰は油煙に富み従て光輝あり。脂肪、ゴム、樹脂等を容易に溶解するが故に溶媒として賞用せらる。又た種々有用なるベンゼン誘導體(第十章を見よ)の原料なり。

附言 ベンゼンの水素を種々のアルキル基にて置換すればベンゼン族炭化水素なる同族體(その公式 $C_{6+n}H_{6+2n}$)を生ずると恰もメタンよりノタン族炭化水素なる同族體を得たるが如し。

次に此の同族體の數者を列舉せん

分子式	名稱	沸點
C_6H_6	ベンゼン Benzene	80.5
$C_6H_5CH_3$	トルエン Toluene	110°
$C_6H_4(CH_3)_2$	オルト.ザイレン Ortho-xylene	142°
	メタ.ザイレン Meta-xylene	139°
	パラ.ザイレン Para-xylene	138°
$C_6H_5C_2H_5$	エチル.ベンゼン Ethyl-benzene	134°

即ち $C_6H_6C_7H_8$ には異性體なきも C_8H_{10} には四個、 C_9H_{12} には八個($C_6H_3(CH_3)_3$ が三個、 $C_6H_2(C_2H_5)_2$ が二個、 $C_6H_4CH_3C_2H_5$ (メチル.エチル.ベンゼン)が三個)の異性體あり。

66. ナフタレン Naphthalene. ($C_{10}H_8$)

石炭タールの分溜の際170度乃至230度の間に溜出する炭化水素あり是れ即ちナフタレンにして光澤ある白色鱗狀の結晶なり一種の惡臭を有し防腐の功あり動物標本の貯藏等に用ひらる又た色素製造の原料なり。

67. アントラセン Anthracene ($C_{14}H_{10}$)

石炭タールの分溜の際340度より360度の間に溜出する炭化水素は即ちアントラセンにして光澤ある無色の板狀結晶なりアリザリンと稱する染料を製するに用ふ

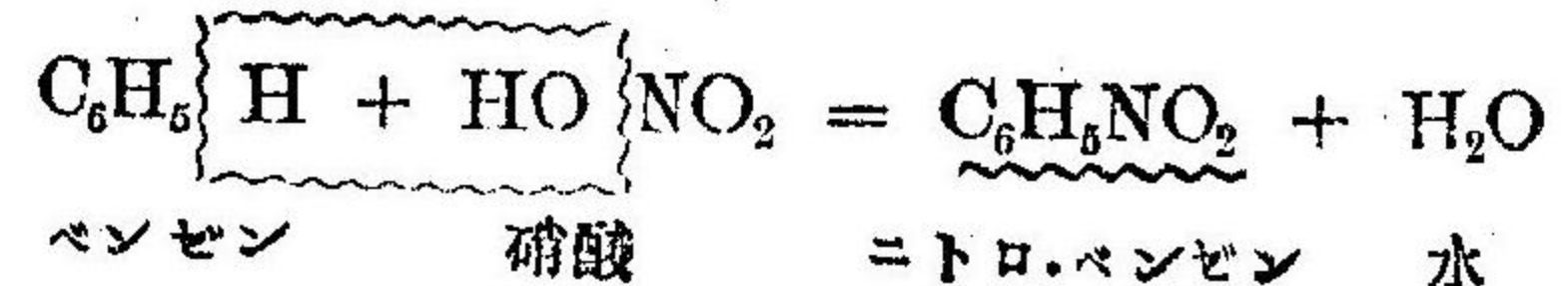
第十章 ベンゼン誘導體

68. ベンゼン誘導體 Benzene derivatives

ベンゼンの水素原子を種々の基にて置換せるものと見做さるる物質をベンゼン誘導體と云ふ。前章の附言に於て述べたるトルエン、ザイレン等もベンゼン誘導體に屬すその他重要なものを下に記す。

69. ニトロベンゼン Nitrobenzene $C_6H_5NO_2$

ベンゼンに濃硝酸及び濃硫酸の混合液を作用せしめば淡黄色油状の物質を生ず之をニトロベンゼンと云ふ是れベンゼン中の水素原子を硝酸中のニトロ基(NO_2)にて置換したるによる即ち



而して濃硫酸を加ふるは同時に生ずる水を吸収せしめて反應を催進せしめんが爲めなり(第四篇第二章第三節化學的平衡の條下を参照せよ)

此の物は芳香を有するを以て香水に混加するとあれども多くはアニリン製造の原料に使用せらる。

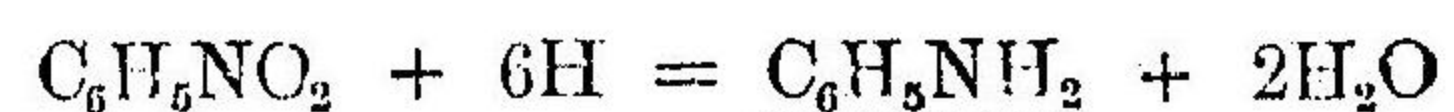
70. アニリン Aniline $C_6H_5NH_2$

ニトロベンゼンに鐵屑と稀鹽酸との混合物を加ふるときは鐵屑と稀鹽酸との作用によりて生じたる水素に

てニトロベンゼンを還元しアニリンと名くる液體を生ず。



鐵 鹽酸 水素



ニトロベンゼン アニリン

即ちアニリンはベンゼンの水素一原子の代りに NN_2 基(アミノ基 Amino radical と云ふ)の入りしものにしてアミノベンゼン Aminobenzene の名あり

アニリンは純粹なるときは無色の液體なれども空氣に觸れば漸次に酸化して褐色を帯び一種の臭氣を放つ此の水溶液に漂白粉の溶液を加ふるときは濃き紫色を呈す是れアニリンの特徴なり。

アニリンは弱き鹽基性を有し酸と結合して鹽を生ず例へば鹽酸アニリン Aniline hydrochloride $C_6H_5NH_2 \cdot HCl$ の如し。

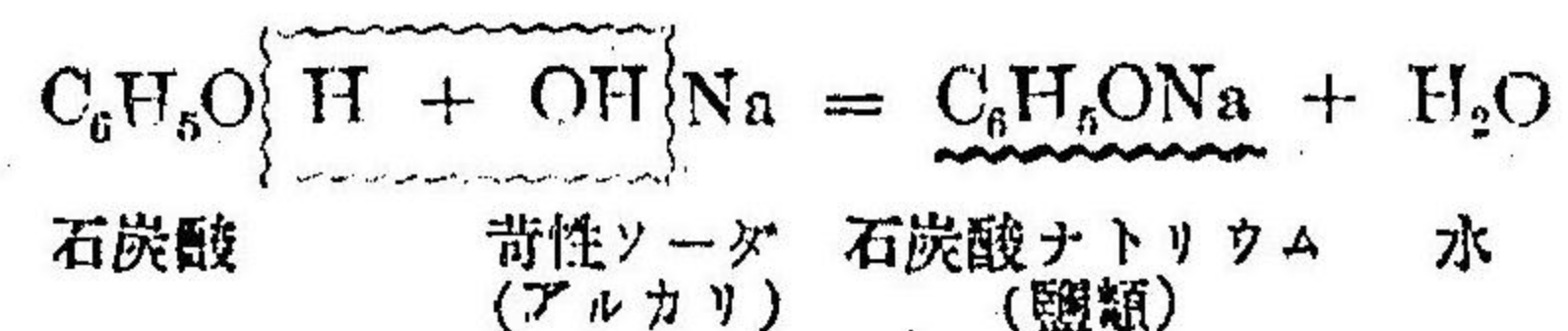
アニリン及びその鹽は現今染色術に於て賞用せらるる所謂アニリン染料 Aniline dyes の原料として重要なものなり。

71. 石炭酸 Carboic acid $C_6H_5(OH)$

石炭タールの分溜の際稍高温度(170度乃至230度)に於て溜出する部分より石炭酸と名くる物質を得べし此の物は無色の針状結晶にして一種の臭氣を有し長く空氣

中に放置するときは赤色に變ずべし。水に溶解し難くその稀溶液(約20倍の水に溶かしたるもの)は消毒劑、防腐劑として廣く用ひらるるとは人の能く知る所なり。又たピクリン酸を製するに用ふ。

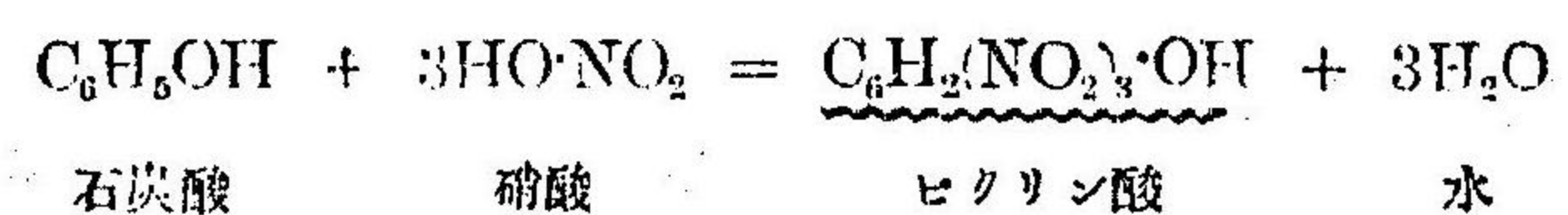
石炭酸はベンゼンの水素一原子を水酸基(OH)にて置換せるものなれば一種のアルコールに屬すべきものなり故にフェノール Phenolの名あり然れどもその水溶液は酸性にして皮膚を糜爛しアルカリと作用して石炭酸ナトリウム (C_6H_5ONa)の如き鹽類を生ず



故に石炭酸と云ふ

72. ピクリン酸 Picric acid $C_6H_2(NO_2)_3(OH)$

石炭酸に強硫酸及び強硝酸を加ふればピクリン酸を生ず此の際起る變化は稍複雑なるが要するに硫酸は觸媒として作用し硝酸の石炭酸と反應してピクリン酸を生ずるを容易ならしむるなり。



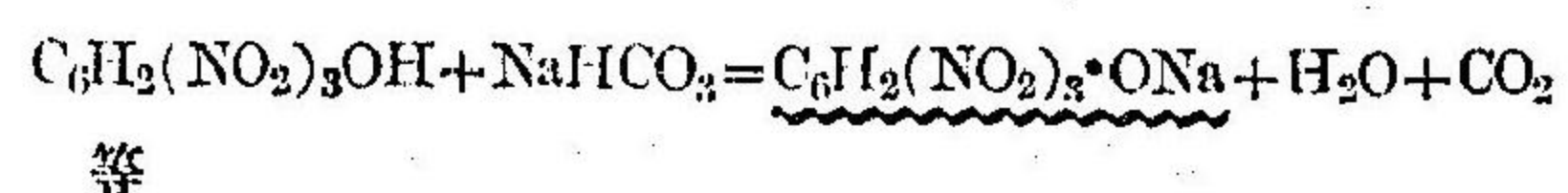
之によりて見ればピクリン酸は石炭酸に於ける C_6H_5 の中の水素三原子をニトロ基(NO_2)三個にて置換して生

じたるものなり。

ピクリン酸は又た羊毛、絹、革皮、樹脂等を強硝酸と共に熱するときは此のときの變化は甚だ複雑なり

此の物は黄色の針狀結晶にしてその水溶液は絹、毛織物を鮮麗なる黄色に染むるが故に染料として使用せらる。

此の物は稍強き酸性を有し容易に炭酸鹽を分解して鹽類を造る例へばピクリン酸ナトリウム $C_6H_2(NO_2)_3ONa$ ピクリン酸カリウム $C_6H_2(NO_2)_3OK$ 及びピクリン酸アンモニウム $C_6H_2(NO_2)_3ONH_4$ の如し



而して此等の鹽類は打撃又は熱によりて激しく爆發するを以て爆發物の製造に用ひらる又たピクリン酸(一度熔融したるもの)も爆發薬の有効成分として使用せらるると云ふ。

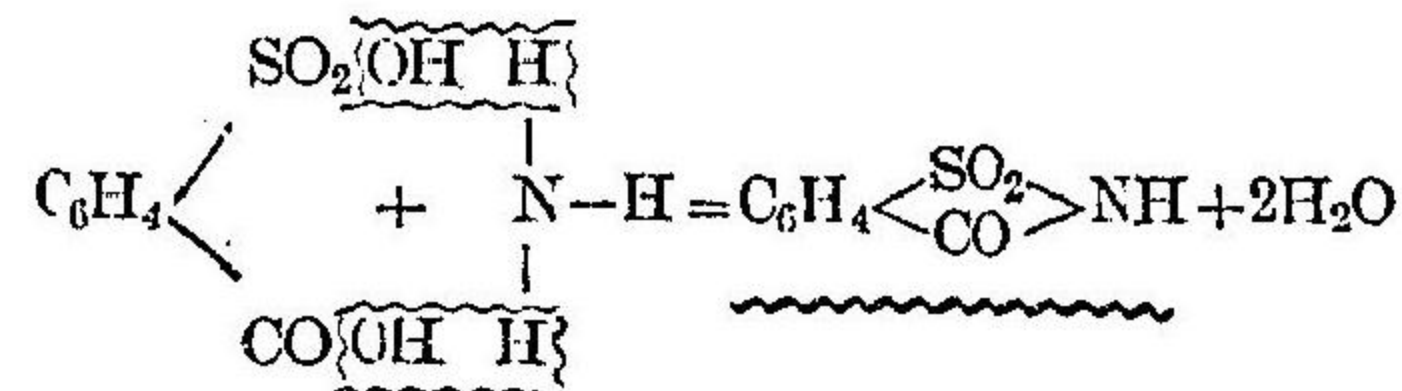
73. 安息酸 Benzoic acid $C_6H_5CO_2H$

安息香 Gum-benzoin (スマトラ及びジャワ等に野生するスタイラックス・ベンゾイン Styrax-benzoin の幹に傷け滲出する樹脂 Resin を放置して固結せしめたる赤褐色の脆き固体)を徐熱すれば白色鱗片狀の結晶を昇華す之を安息酸と云ひその組成はベンゼンの水素一原子をカルボキシル基(CO_2H)一個にて置換せるものなり。此の物の蒸氣は特種の臭を有し之を吸入すれば咽喉を刺激して咳^{ツキ}を起

さしむ、温湯には溶解すれども冷水には溶解難し、薬用(祛痰劑、防腐劑等)に供せらる。

此の酸の誘導體にサッカリン Saccharin と名くるものあり、白色の結晶粉末にして蔗糖より數百倍甘し、故にその少量にても飲食物に甘味を與ふ。

附言 安息酸(C₆H₅CO₂H)に於けるC₆H₅中の水素一原子を(SO₂H)にて置換して生ずべきオルト・スルホ安息酸C₆H₄(SO₂OH)COOHと稱するものにアンモニアを作用せしめば次の反應起りてオルト・スルホ安息酸イミドC₆H₄(SO₂)CO-NHなるものを得、是れ即ちサッカリンなり。



74. ベンザルデヒード Benzaldehyde C₆H₅CHO

ベンザルアルコール Benzyl alcohol C₆H₅CH₂OH と名くる第一アルコール類を硝酸にて酸化すればベンザルデヒードを生ず(2C₆H₅CH₂OH + 2HNO₃ = 2C₆H₅CHO + 3H₂O + N₂O₅)。此の物は昔時苦扁桃より製したるを以て苦扁桃油 Oil of Bitter Almondsとも稱せられ、快美の香を有する無色油状の液體なり。香料として用ひられ、又た染料製造の原料となる。

此の物はアルデヒードの反應を有し、甚だアセトアルデヒードに類す(第531頁参照)即ち

(1) 空氣中にて容易に酸化して同数の炭素原子を有

する酸を生ず



{アセト
アルデヒード} 醋酸



{ベンザ
アルデヒード} 安息酸

(2) 故に何れも酸化銀のアンモニア水溶液を還元す



酸化銀 銀



(3) ナトリウムアマルガムなる還元劑によりて同数の炭素原子を有する第一アルコール類に還元せらる

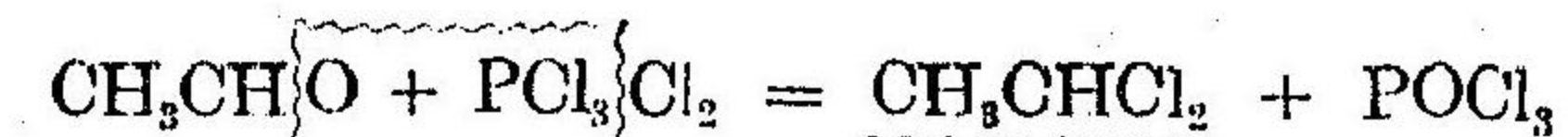


エチルアルコール

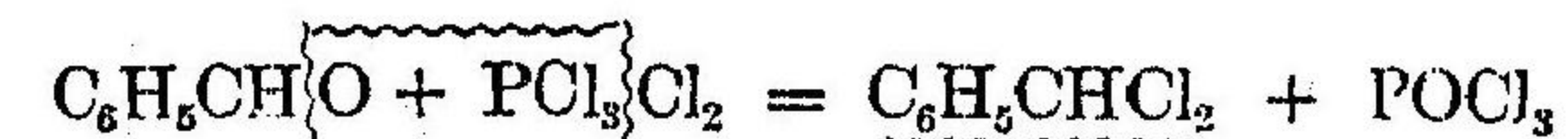


ベンザルアルコール

(4) 五塩化燐を作用せしめばアルデヒードの酸素一原子を塩素二原子にて置換したるものを生ず



鹽化エチリデン



鹽化ベンザル

75. サリシル酸 Salicylic acid C₆H₄(OH)CO₂H

楊柳の葉及び樹皮より得らる、サリシルアルコール

又た反對に酸鹽化磷 (POCl₃) の如き脱水劑を沒食子酸に作用せしめばタンニンを得べし

故にタンニンは無水沒食子酸 Anhydride of gallic acid と考ふるを得べきなり。

タンニンは之に鹽化第二鐵の如き第二鐵鹽の水溶液を加ふれば深藍色を呈す之を以て沒食子酸と同様にインキの製造に使用せらる

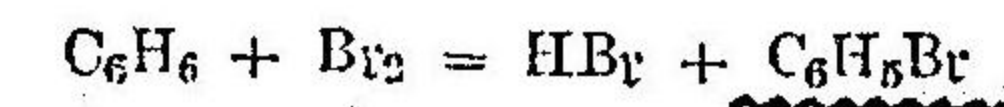
タンニンは多くの染料と結合して不溶性の有色化合物を生ずるを以て媒染劑として賞用せらる

又たタンニンの溶液に獸皮を浸せば皮の中にある蛋白質及び膠質は凝固し同時に皮は柔軟となり且つ腐敗せざるものとなる之れ即ち靴等を製するに使用する 皮革 Leather なり。

此の如くタンニンは蛋白質と結合して沈澱を生ずるを以て澱茶の汁液(タンニンを有す)に鷄卵の「白み」又は牛乳(共に蛋白質を含む)を加ふるときは白色の沈澱を生ずべきを見ん

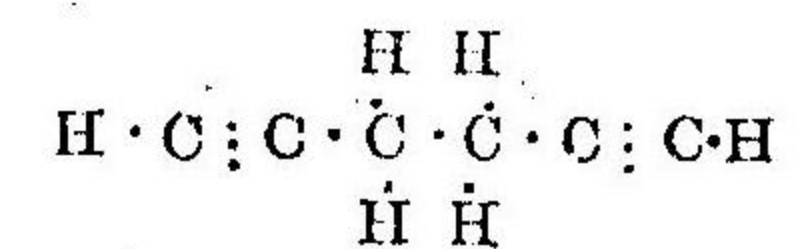
78. ベンゼン及びその誘導體の構造式

ベンゼンの分子式 C₆H₆ をパラフィン族の炭化水素 C₆H₁₄ (ヘキサン Hexane) に比すれば水素原子の數甚だ少きを見る故に C₆H₁₂ (ヘキレン Hexylene, エチレン族炭化水素) 或は C₆H₁₀ (ヘキシリン Hexine, アセチレン族炭化水素) の如く不飽和體にあらざるやの疑起らん然れどもベンゼンにハロゲンを作用せしむればその水素はハロゲンによりて置換せらる例へば臭素を用ふれば臭化水素と一臭ベンゼン Monobromobenzen C₆H₅Br とを生ず



又たニトロベンゼン C₆H₅NO₂ の如き NO₂ (ニトロ基) の置換體あり即ちベンゼンは不飽和體の如く加成物を造り難くして却て飽和體の如く置換體を生ずるなり。

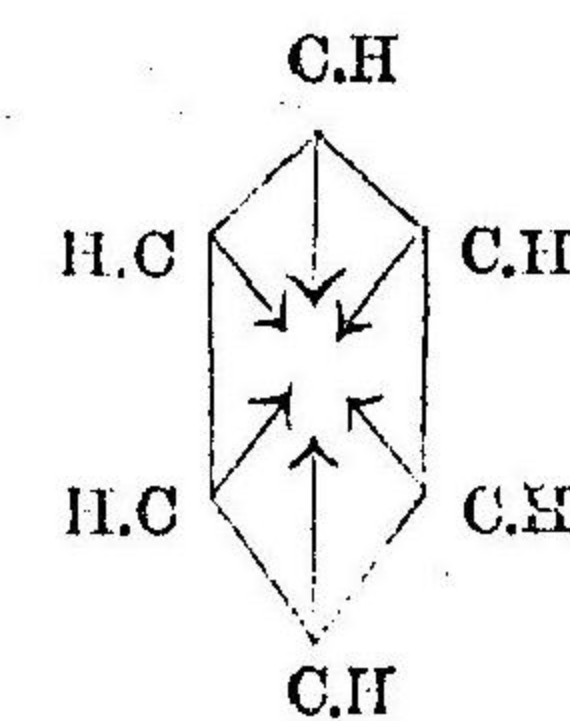
今是迄の如く炭素原子を直鎖に結付けて C₆H₆ を原子價によりて配列すれば



の式を得べし然るに此の式は炭素原子間に三重結合あり依て不飽和體としては適當なるべきも飽和體として適當ならず即ちベンゼンに於ける炭素原子は直鎖狀の結合をなすものと假定するを得ず尙ほ以上の直鎖狀の構造式を有する化合物は ダイプロパーギル Dipropargyl と稱しベンゼンと全く異なる物質なるを證せられたり。

ベンゼンの水素一原子を他の元素若くは基にて置換したるもの(之を一置換體と名く)例へば一臭ベンゼン C₆H₅Br ニトロベンゼン C₆H₅NO₂ トルエン C₆H₅CH₃ の如きは異性體なくして唯一種のみなれども水素二原子を置換したるもの(二置換體にして二臭ベンゼン C₆H₄Br₂ ザイレン C₆H₄(CH₃)₂ の如し)には三種の異性體あり

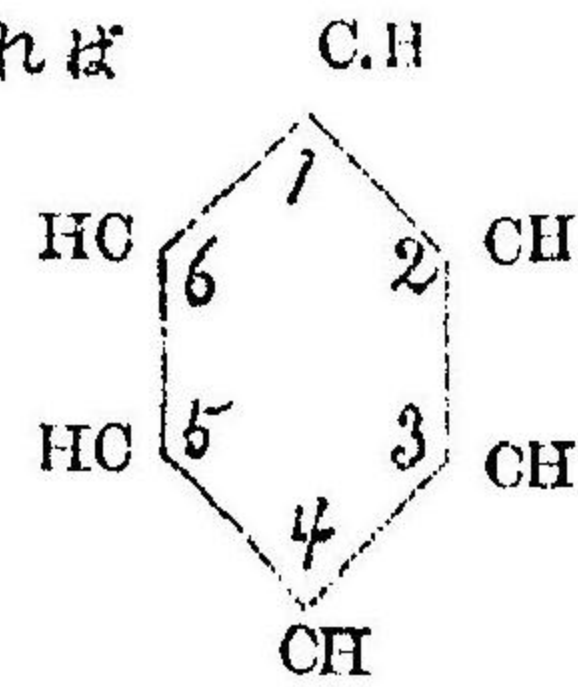
以上の事實より推考してアームストロンク及びバイエル (Armstrong & Baeyer) は次の中心式 (Centric formula) を提出せり



此の構造式に於ては各炭素原子は二個の他の炭素原子及び一個の水素原子と結合し残りの一個の結合力は六個の炭素の環 (ベンゼン環 Benzene-ring と稱す) の中心に向ひ互に平均の狀態にありとみなすなり

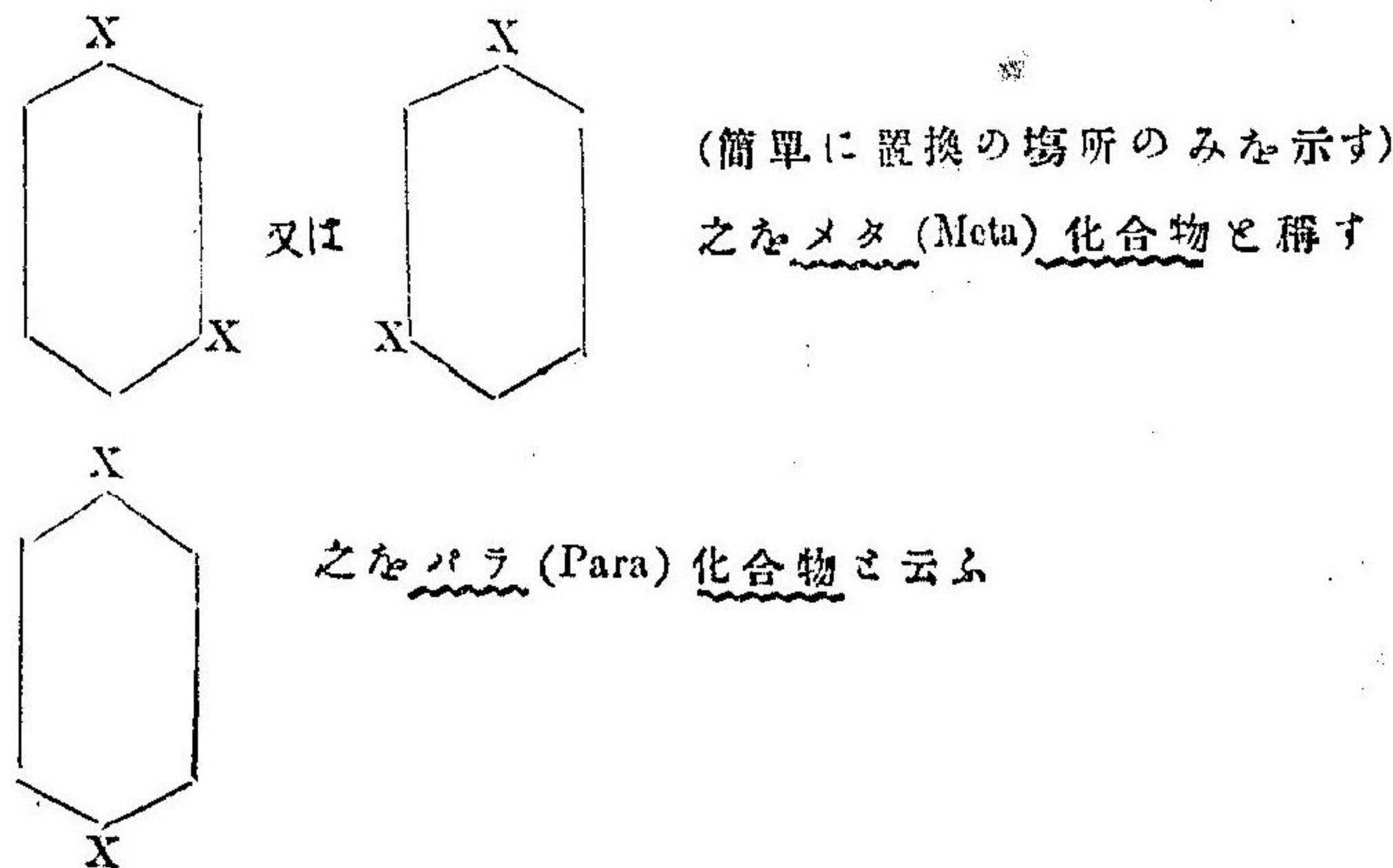
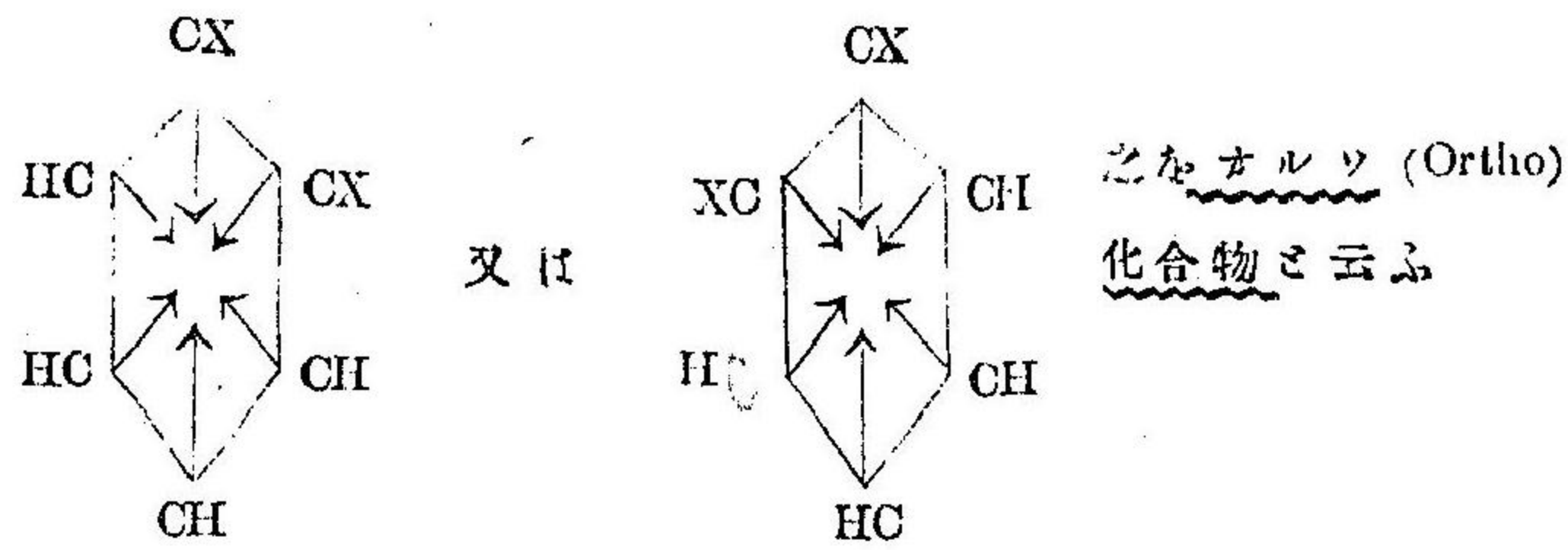
此の他ベンゼンにケキュレー (Kekulé) 等の式あるも事實を符合せざる點あり。

此の中心式に就て見るに水素原子は何れも平等なる有様にあるを以てベンゼンの一置換には只一個を得べきなり。次に二置換には三個を得べし何となれば

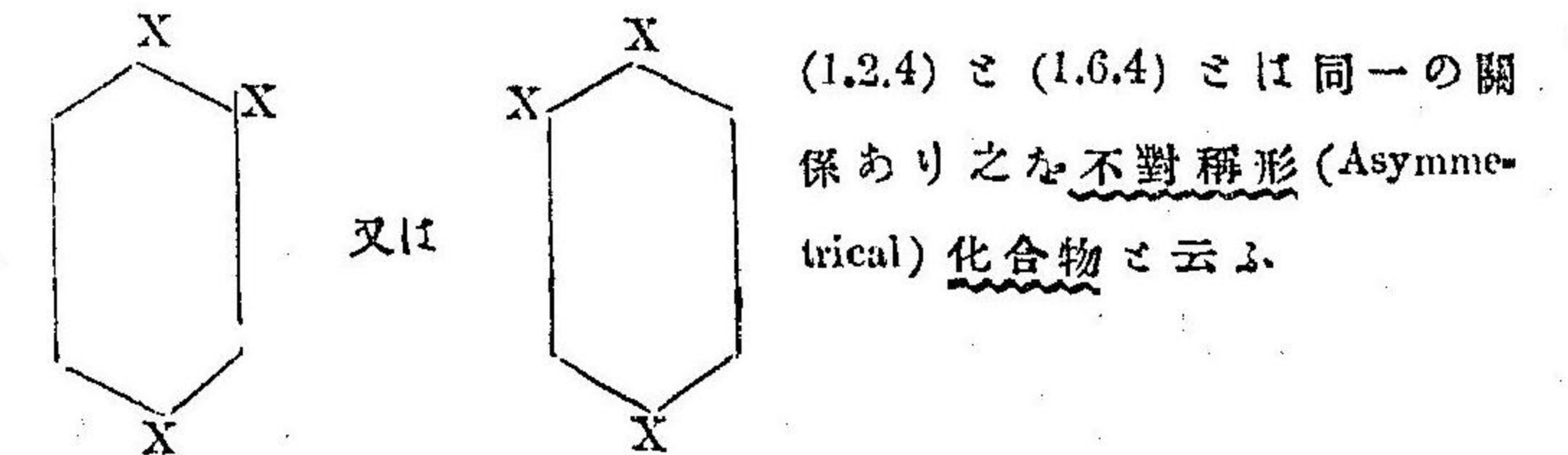
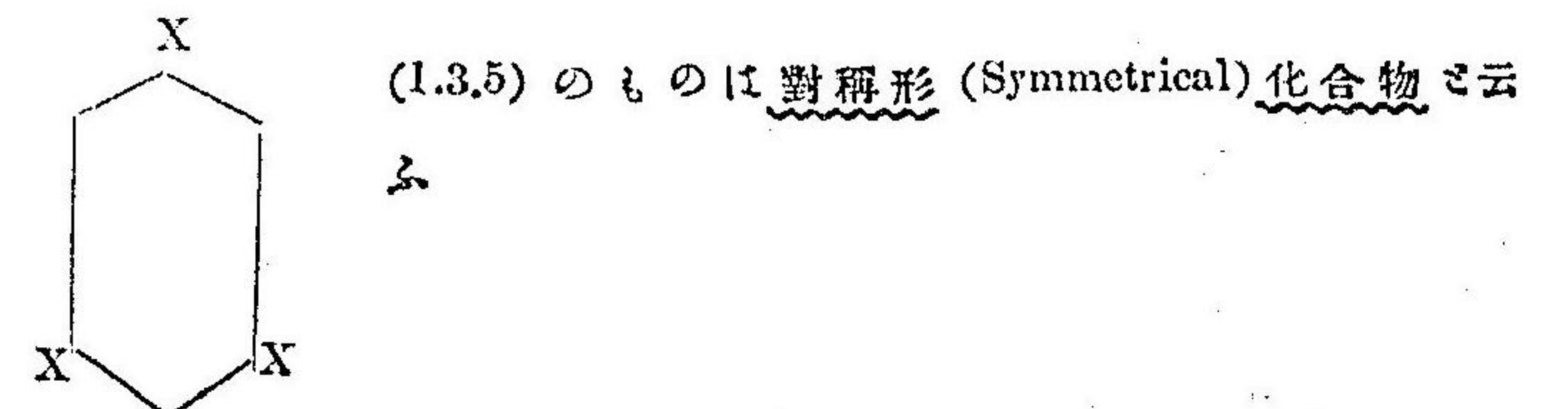
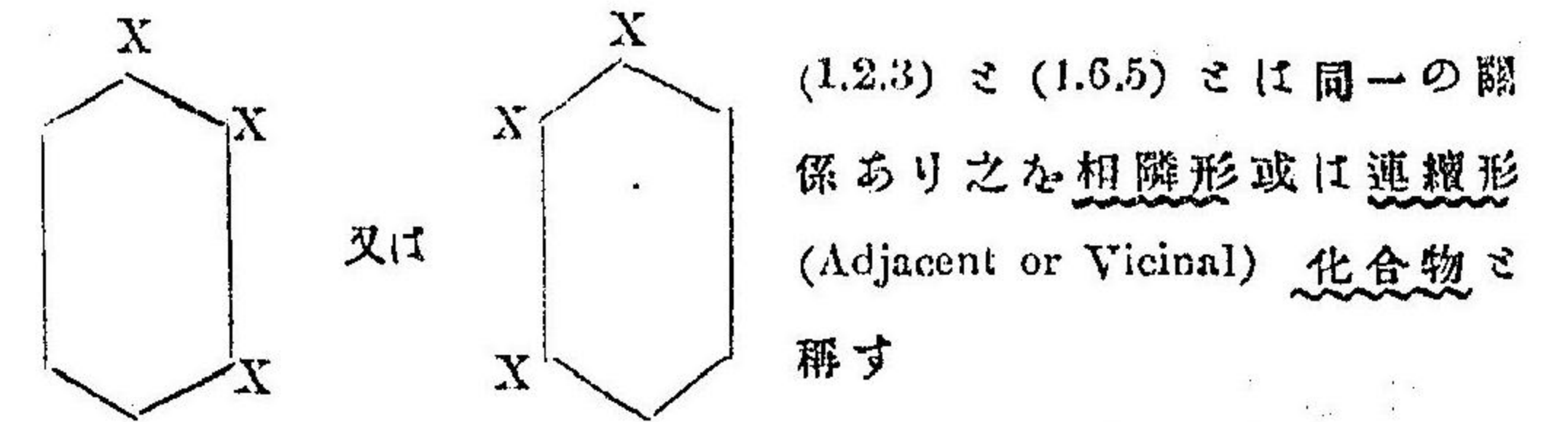


C.H
の如く炭素元素に番號を付すれば (1)(2) の炭素原子を置換せるものは (1)(6) に於て置換したるものと同じく (1)(3) の置換體は (1)(5) のものと同じきも (1)(2) のものと異なり又た (1)(4) の置換體は前二種

と異なる即ち次の三種の異性體を造るを得べし (Xは置換の元素又は基を示す)

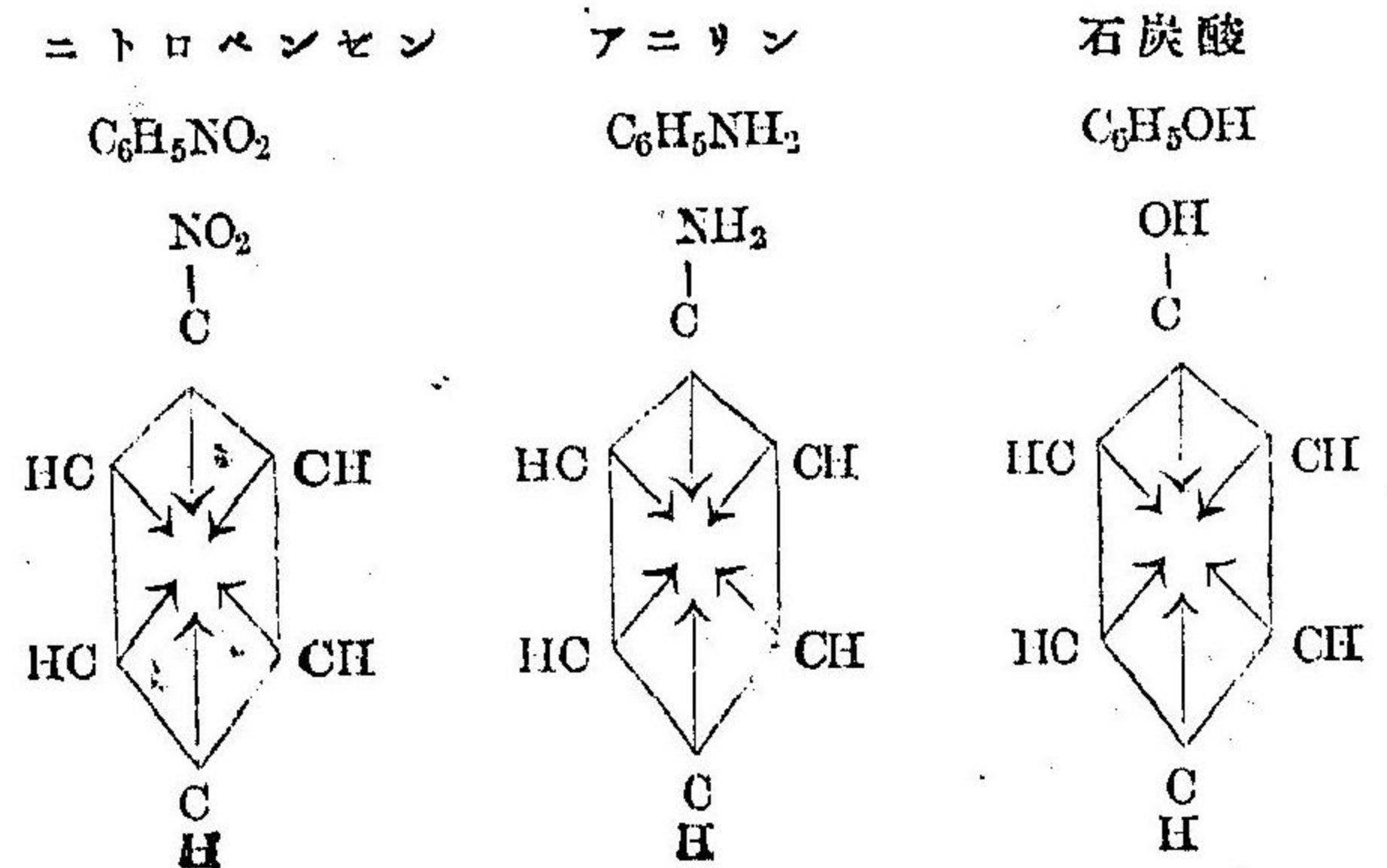


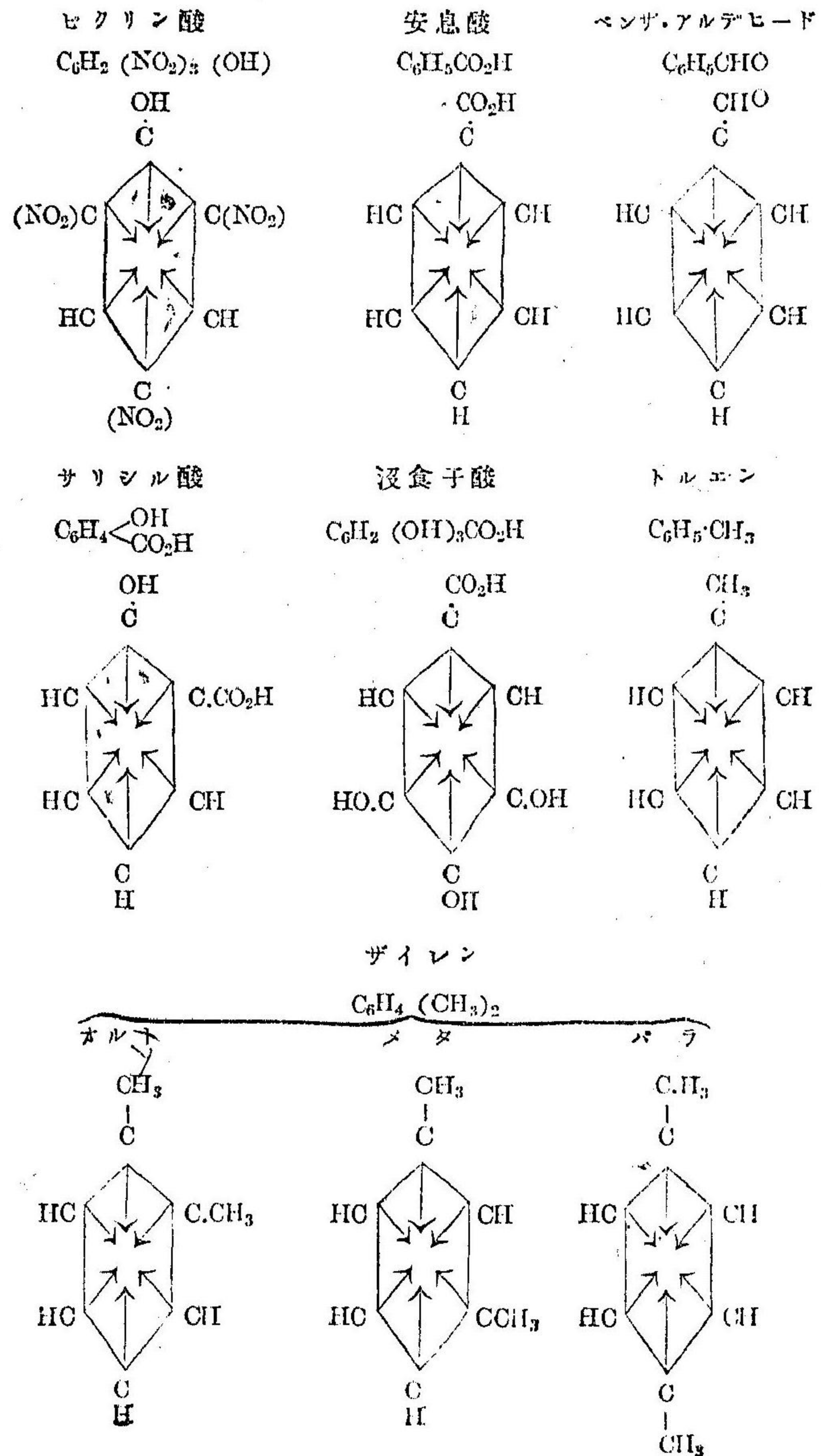
ベンゼンの三置換體には次の三種あり



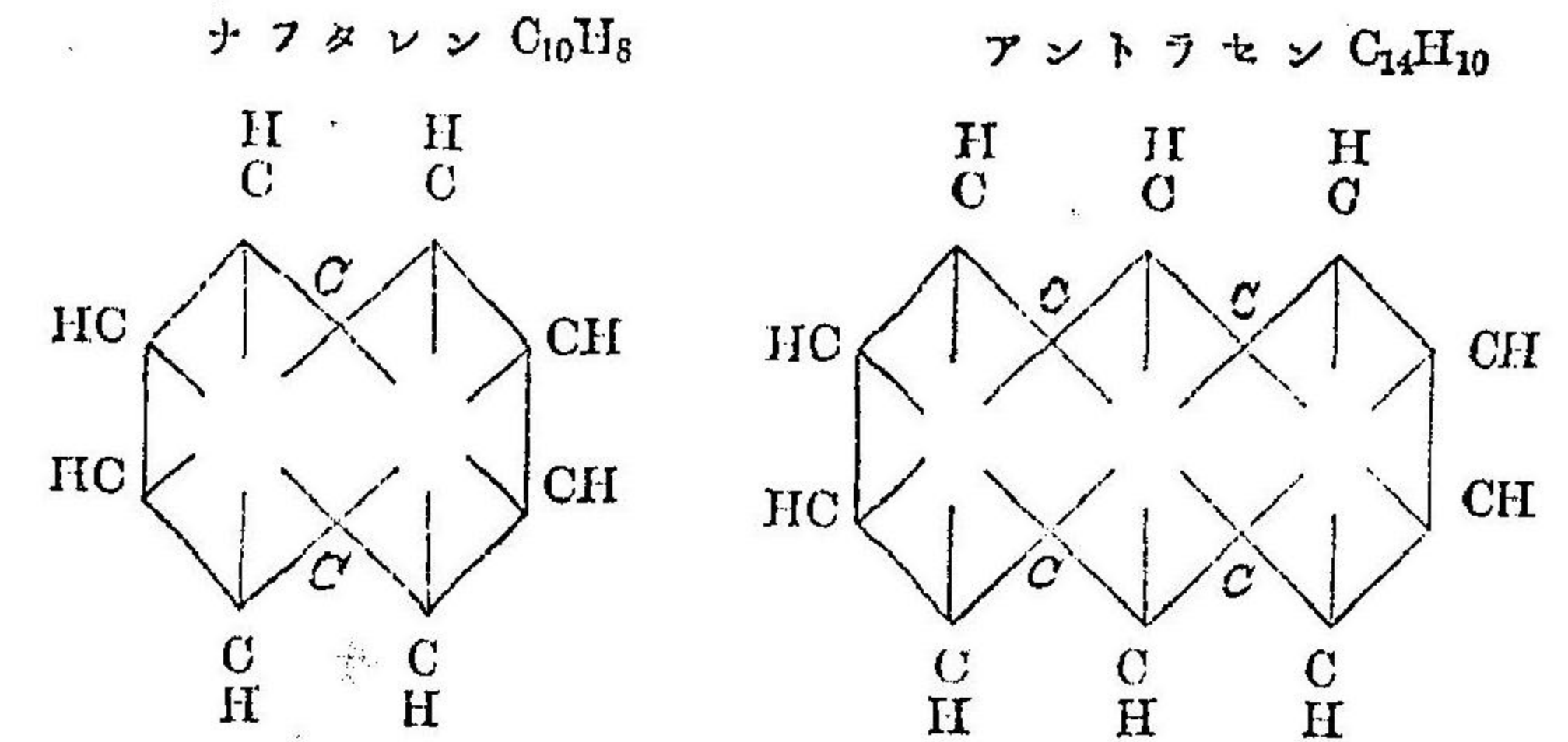
例. $C_6H_3(CH_3)_3$ に三個の異性體あり (第 557 頁参照)

次に本章に於て述べたるベンゼン誘導體の構造式を掲ぐ





附言 ナフタレン及びアントラセンの構造式は次の如し



79. 芳香属有機化合物 Aromatic organic compounds

前項に於て述べたるベンゼン及びベンゼン誘導體の構造式を見るに六個の炭素原子が環状に連結す故に此等を環状化合物 Cyclic compounds と總稱す又たナフタレン、アントラセン及びその誘導體(次章に述べんとするアリザリン及び青藍の如き)も亦その炭素原子は環状に連結し居れるを以て特種の環状化合物なり。此等化合物の多数は芳香を有するが故に芳香属化合物の名あり。

第二章より第八章に亘りて述べたる有機化合物に於ては炭素原子は環状に連結せずして開鎖状 (Open-chain) に連結す故に之を開鎖化合物 (Open-chain compounds) と總稱すその中最も早く発見せられたるは多く脂肪に關係あるを以て脂肪属有機化合物 Aliphatic(Fatty)organic compounds とも名けらる。

即ち有機化合物を芳香属と脂肪属とに大別するを得

第十一章 アリザリン及び靑藍

80. アリザリン Alizarin $C_{14}H_6O_2(OH)_2$ 即ち $C_{14}H_8O_4$

アリザリンは美麗なる赤色の結晶にして茜根(Madder root)より製し得らるるを以て茜紅の名あり而して古來盛に茜根を栽培してアリザリンを製取したりしが西曆1868年此物はアントラセンの誘導體なるを判明してより今日にては専ら石炭タールより得る廉價のアントラセンを原料として製するに至れり。

アリザリンは種々の金屬酸化物と結合して水に溶解し鮮麗なる有色化合物を生ず例へば

第二鐵……………黒紫色

カルシウム……………紫色

アルミニウム及び錫……………赤色

故に此等の酸化物を媒染劑となすときは布帛を種々の色に染むるを得べし

又たアリザリンの誘導體は種々の染料となる、次に此等の重要なものを掲ぐ。

(1) アリザリン橙 $[C_{14}H_5(NO_2)O_2(OH)_2]$ 即ち $C_{14}H_7NO_6$

アリザリンの水素一原子をニトロ(NO_2)基にて置換したるものにしてニトロ・アリザリンなり

(2) アリザリン靑 $[C_{14}H_4(C_3H_3N)O_2(OH)_2]$ 即ち $C_{17}H_9NO_4$ (3) アルプリン Purpurin $[C_{14}H_5(OH)O_2(OH)_2]$ 即ち $C_{14}H_8O_6$

アリザリンの水素一原子を水酸基(OH)にて置換したるものなり

81. 靑藍 Indigo-blue (Indigotin) $C_{16}H_{10}N_2O_2$

藍葉を數日間水に浸すときは醱酵作用を起して黄液を生ず之を空氣に曝すときは次第に酸化して靑藍を沈澱す。近時ナフタレンを原料として靑藍を人造するを得漸次天然藍を凌駕せんをす。

靑藍は水及びアルカリに溶解ざる青色の固體なり然れども之を葡萄糖と苛性ソーダ、硫酸鐵と石灰、小麥糟と石灰等を以て還元せば白藍 Indigo-white($C_{16}H_{12}N_2O_2$)に變じアルカリ液に溶解す之を空氣に曝せば容易に酸化して青色不溶性の靑藍となる此の理を利用して布帛を青色に染むるを得べし即ち布帛を白藍の溶液に浸して空氣に曝せば青色不溶性の靑藍は布帛の纖維間に沈澱して青色に染まるなり。

第十二章 テルペン類及び其化合物

82. テレピン油 Oil of turpentine

テレピン油は松杉の如き針葉樹より出づる樹脂を水蒸氣と共に蒸溜するとき生ずる油にしてテルペン類 Terpenes ($C_{10}H_{16}$) と總稱する種々の異性體の混合物なり。一種の香氣を有し之に點火すれば盛に煤煙を擧げて燃焼すアルコール及びエーテルに溶解し又た硫黄・燐樹脂・ゴム及び脂肪等を溶解するを以て假漆、ペンキ等の製造に多く用ひらる。

植物の花及び果實の芳香を有するは大抵テルペン類を含むによるものにして之を浸出したるものは香料として貴重せらるるもの多し薔薇油、レモン油等之れなり

83. 弾性ゴム Caoutchouc (C_5H_8)_x

熱帯地方に産するゴム樹の皮より滲出する汁液を乾燥すれば弾性ゴムを得、柔軟にして弾性に富み水、アルカリ及び酸類に溶けざるが故に之を荏油又は亞麻仁油の沸騰せるものの中に溶かして布帛に塗り防水衣を造る。然れども純粹なるゴムは寒氣に逢ふて硬化し折れ易くなるを以て少量の硫黄を混和して此の缺點を補ふ之を含硫ゴム(又は和硫ゴム Vulcanized caoutchouc) と云ひ通常のゴム管、消しゴム等種々のゴム製品に使用す。弾性ゴムに

多量の硫黄(二割以上)を混じて熱すれば黑色^ツ角様の堅硬なる物質に變ず之をエボナイト Ebonite と云ふ楠、鉦、定木等を製するに用ひ又た電氣の不導體なれば電氣絶縁器の製作に供せらる。

84. グッタペルカ Gutta-percha (C_5H_8)_x

グッタペルカは弾性ゴムに類したる炭化水素にして南洋洲に産する樹の液汁より製す

此の物は弾性に乏しくして脆けれど熱すれば柔軟となり任意の器具を造るに適す。即ち之を漂白して白色となしたるものは入齒用に供し又た電氣の不導體なるが故に電線を包むに使用し弗化水素に犯さるるとなきを以て此の水溶液を貯ふる瓶を製するに用ふ。

85. 樟腦 Camphor $C_{10}H_{16}O$

樟樹の幹、根等の細片を水蒸氣と共に蒸溜すれば樟腦を得べし。我國(特に臺灣)の特産なり。無色の結晶にして一種の香氣を有す水に溶け難きもアルコールに容易に溶解す。興奮劑及び防臭劑に用ひ又たセルロイドの原料として使用する等用途少なからず。

86. 龍腦 Borneol $C_{10}H_{18}O$

龍腦はボルネオ及びスマトラ等に産する樹より製しその性質樟腦に類似せるが故にボルネオ樟腦の名あり樟腦をアルコールに溶解しナトリウムを投ずれば還元

して龍腦を得べし



醫藥及び香料に用ふ。

87. 薄荷腦 Menthol.

薄荷の葉に水を加へて蒸溜すれば薄荷油 Peppermint oil を得之を寒劑(食鹽と氷との混合物)にて冷却すれば薄荷腦の無色針狀の結晶を生ず。刺激性の香氣を有し味は初め灼くが如く後冷涼なり水には僅かに溶くるもアルコール、エーテルには容易に溶解す。醫藥(鎮痛藥として齒痛神經痛等に用ひ又た殺菌の効あるを以て肺及び腸の結核に使用す)に供せらる。

本邦産の薄荷油は外國産よりも多くの薄荷腦を含有しその量50%以上なり。薄荷の主要産地は米澤及び山形地方なりとす。

健胃劑等に用ひらるる薄荷精 Spirit of mint は薄荷油10分をアルコール90分に溶解したるものにして澄明無色の液なり。

第十三章 アルカロイド

88. アルカロイド Alkaloids

植物中に存在する鹽基性の含窒有機物を總稱してアルカロイド(或は植物鹽基 Vegetable bases)と云ひ多くは炭酸水窒の四元素よりなり稀れに酸素を有せざるものあり。酸類と容易に結合して水に溶解易き鹽を造る。劇毒を有するもの多く貴重なる醫藥なり。次にその重要なものを述べん。

89. ニコチン Nicotine $C_{10}H_{14}N_2$

ニコチンは林檎酸或は枸橼酸の鹽類となりて煙草の葉中に含有せらる。その純粹なるものは無色の液體なれども空氣に觸るれば酸化して褐色に變ず。激烈なる毒性を有しその數滴にても飲めば忽ち死すと云ふ。

煙草中に含まるるニコチンの量は一定せざるも0.6乃至8%なり。然れども煙草の煙に化する際にはニコチンの大部分は熱の爲めに分解せらる。その煙の成分はニコチンの外少量のチアン化水素、酸化炭素、ピリヂン(Pyridine C_5H_5N)ピコリン(Picoline $C_5H_4N.CH_3$)等なり。

90. アトロピン Atropine $C_{17}H_{23}NO_3$

之は龍葵(Deadly nightshade)の根より製取せられ結晶質にして劇毒を有す。その硫酸鹽($C_{17}H_{23}NO_3$) $_2 \cdot H_2SO_4$ は瞳孔を擴大にする性あるが故に眼科術に使用せらる。

91. コカイン Cocaine $C_{17}H_{21}NO_4$

之は南米ペルー及びブラジルに産するコカの葉 (Coca leaves) の中に存在し無色柱状の結晶なり。その鹽化水素鹽 (鹽酸コカイン (Cocaine hydrochloride $C_{17}H_{21}NO_4 \cdot HCl$) の水溶液は局部麻酔の効あるを以て外科醫小手術を行ふ際に之を使用す。然れども劇毒を有せり。

92. **キニン** Quinine $C_{20}H_{24}N_2O_2$

之は俗にキニーネと云ひ印度セーロン、南米等に産する規那樹の皮 (Cinchona-bark) より得らる。無色針状の結晶なり。その鹽化水素鹽 $(C_{20}H_{24}N_2O_2)_2 \cdot HCl + 2H_2O$ 及び硫酸鹽 $(C_{20}H_{24}N_2O_2)_2 \cdot H_2SO_4 + 8H_2O$ は偉効ある解熱劑にして又た強壯劑、健胃劑として用ひらる。

93. **ストリキニン** Strychnine $C_{21}H_{22}N_2O_2$

之は番木髓屬植物 (Strychnos family) の種子等の中に他のアルカロイド (ブルシン Brucine $C_{23}H_{26}N_2O_4$) と共に存在す

此の植物は東印度、フィリピン島、印度、モルッカ島に産す。

強き苦味を有する無色の結晶にして極めて猛烈なる毒性あり之を飲めば烈しき痙攣を起して死す。此の硝酸鹽 $(C_{21}H_{22}N_2O_2 \cdot HNO_3)$ は視神經の麻痺を醫するに用ひ又た健胃劑として用ひらる。

94. **モルフィン** Morphine $C_{17}H_{19}NO_3$

之は俗にモルヒネと稱す未熟の罌粟 (Poppy) の實に傷け滲出する乳狀液を乾かしたるものを阿片 Opium と云

ふ餅状をなせる柔軟の塊にして充分乾燥すれば脆硬となり褐色にして破砕面は稍や光澤を帶ぶ特異なる麻酔性の臭氣及び苛烈なる苦味を有す。阿片は鎮痛及び催眠の効あり是れ此の中にモルフィン (約10%) 及び少量の他のアルカロイド (ナーコチン Narcotine $C_{22}H_{23}NO_7$ 等) を含むによる。

モルフィンは一分子の水を有する無色針状の結晶にしてその鹽化水素鹽 $(C_{17}H_{19}NO_3 \cdot HCl + 3H_2O)$ は猛烈なる麻酔劑なり又た鎮痛劑として賞用せらる。

95. **ティン茶素** Theine) 或は **カフェイン** Caffeine $C_8H_{10}N_4O_2$

茶及び珈琲の中に存在し之に興奮性を與ふ。一分子の結晶水を以て絹絲様の光澤ある針状に結晶す苦味を有し冷水及びアルコールに僅に溶解す。神經痛、偏頭痛、心臟病等に應用せらる。

乾燥せる茶葉の中にはティン約2%、タンニン約13%、揮發油 (テルペン類) 約1% を含有す、而してティンは興奮劑となり、タンニンは滋味を附し、揮發油は香氣を與ふ。

珈琲豆 (coffee-beans) は亞弗利加、アビシニア (原産地) ブラジル、ジャバ、英領印度、メキシコ、フィリピン群島等熱帯地方に産する珈琲樹の種子なり平均0.2乃至0.8%のカフェイン (即ちティン) を含有す、之を煨焦せばその他の成分たるレグミン (蛋白質) 及び糖質が燃焼して芳香性の焦臭を有する揮發油及びカラメルを生じ以て珈琲に佳快の風味を附與す。

96. **アンチピリン** Antipyrine $C_{11}H_{13}N_2O$

之れは無色の結晶にして人工アルカロイドなり。有効なる解熱劑として賞用せらる。

第十四章 蛋白質

97. 蛋白質 Proteids or Albuminoids

蛋白質は卵白(卵の白み)に極めて類似せる物質にして動物の營養に關くべからざるものなり。動物及び植物の體中に廣く存在し特に動物體は水、脂肪及び無機成分を除けば殆ど全く蛋白質よりなると云ふ。

蛋白質は極めて複雑なる組成を有し概ね無定形にして且つその種類頗る多く何れも變化し易きを以て此等を純粹に分離すること極めて困難なり故にその組成を明かにして化學式を定むること能はず然れどもその組成は何れも相類似して百分組成は大抵次の如き範圍内にありとす。

炭素	50 乃至 55%
水素	6.9 乃至 7.3%
窒素	15. 乃至 18%
硫黄	0.3 乃至 2.4%
酸素	19 乃至 24%

98. 蛋白 Egg-albumin

卵の「白み」は蛋白の水溶液にして蛋白質の好標本なり。

鶏卵は卵白蛋白(卵の白み)及び蛋黄(卵の黄み)の三部よりなる其三部分の重量の百分割合は平均次の如し。

卵殼 11 蛋白 60 蛋黄 29

卵殼は大抵炭酸カルシウム 91%, 磷酸カルシウム 6%, 窒素質有機物 3% よりなる。

蛋白は殆ど純粹の蛋白質及び水分よりなり蛋黄は蛋白質、脂肪及び水分よりなる次に此等の成分の百分割合(平均)を掲ぐ

	水分	蛋白質	脂肪	灰分
蛋白	86.36	12.71	0.24	0.69
蛋黄	51.48	15.76	31.43	1.33

蛋白の灰分中に含有せらるるものは主に硫酸、磷酸、鹽素、酸素、ナトリウム、マグネシウム等にして蛋黄の灰分の成分は之と略等しきも磷の量多く又た少量の鐵を有するを異なりとす。

蛋白を熱して凡そ 75°C に至れば凝固 Coagulation して白色の塊となる。常温にてもアルコール、タンニン、硝酸等を加ふれば凝固す又た重金属の鹽類と作用して不溶性の化合物を生ず故に卵白は昇汞中毒の解毒劑として使用せらる。

99. 血漿蛋白 Serum albumin

之は血液中に存在し蛋白に酷似す。血液が動物體より出でたる後暫くして凝固するは フィブリン Fibrin (血漿纖維素)と名くる不溶性の蛋白質を析出するによる。

此のフィブリンは最初より血液中に存在するものにあらすして血液が生物體を離るるとき血液中に存在する 纖維素元質 (Fibrinogen) が血球中の酵素(Enzyme)の作用を受けて變生するなり。

100. ミオシン Myosin (筋肉纖維素)

之は筋肉細胞内の汁液中にありて筋肉の主要成分な

り肉死すれば凝固す即ち動物の死後身體硬直となるは之れが爲めなり。

101. グルテン Gluten (麩素)

此の物は小麥粉の中に多量に存す。小麥粉を金布袋に入れ水中にて能く揉み洗ひて澱粉を悉く除去せしめば淡黄色の糊状の塊を残す是れ即ちグルテンにして本邦の焼麩は之を焼きて製したるものなり。

小麥粉中に存在するグルテンの量は約14%なり。

102. カゼイン Casein (乾酪素)

此の物は哺乳動物の乳汁中に存す熱によりて凝固せざるも酸に逢へば凝固す牛乳の酸敗するときは乳酸を生ずるを以て凝固して沈澱を生ずるを見るべし。

カゼインは乳汁中最も滋養ある部分にして乾酪 Cheese はカゼイン及び脂肪等の混合物なり

人乳及び牛乳の成分の割合(百分)は大抵次の如し

	乾酪素	脂肪	乳糖	灰分	水分
人乳	2.81	3.56	4.72	0.21	88.50
牛乳	3.90	3.50	4.60	0.75	87.25

103. レグミン Legumin (荳素)

之は豆類中に多量に存在し甚だカゼインに類似す。豆腐は苦汁(鹽化マグネシウムを含む)にてレグミンを凝固せしめたるものなり。

豆腐を製するには大豆を水に一晝夜許浸したる後石臼にて磨碎

し之を煮て、^{エノ}油少許を加へて泡沫を消し布袋に入れて^{カス}滓を搾り去り、液に苦汁を加へてレグミンを凝固せしめ之を布を敷ける槽(四側に小孔を有す)に入れ壓蓋をなして壓搾し過剰の水を去れば豆腐を得るなり。

豆腐及びその^{カラ}滓の成分は次の如し

	水分	蛋白質	脂肪	{無窒素物}	纖維	灰分
豆腐	88.79	6.55	2.95	1.05	0.02	0.64
豆腐滓	85.66	3.66	0.84	6.35	2.90	0.59

種々の豆類の組成(百分)は次の如し

	水分	蛋白質	脂肪	{無窒素物}	纖維	灰分
大豆	13.46	36.71	17.43	24.93	2.47	3.00
小豆	12.70	22.01	0.40	55.39	6.44	3.06
鷹豆	14.93	23.69	0.56	51.03	7.30	2.49
蠶豆	15.76	28.88	1.29	49.74	1.22	3.11

104. ゼラチン Gelatine (膠質)

皮、骨、蹄等を水と共に長く煮沸して生じたる溶液を冷却するときは^{ニカワ}膠 Glueを生ず之を精製したるものをゼラチンと名くその組成は蛋白に類似すれども硫黄を有せず、殆ど無色透明の角様質の固體にして水、アルコール、エーテルに溶解せず然れども温湯に溶解し冷やせば再び凝固す、その溶液にタンニンを加ふれば沈澱を生ず鞣皮を製するにタンニンを^{ニカワ}用ふるは一部分此の理による(第566頁参照)

ゼラチンは菓子製造、料理に使用して食用に供し又た寫真乾板及び印刷版(ゼラチン版)等の製造に用ひらる。

第十五章 醱酵腐敗

105. 醱酵 Fermentation

醸母その他種々のバクテリアの如き顕微鏡的微生物又は麥芽中のデアスターゼの如き酵素と稱する無生物の作用によりて複雑なる有機化合物が變じて簡單なる物質となるを醱酵と總稱す例へば澱粉又は砂糖類より酒精を造り、酒精より酢を製し又た乳汁の酸敗、肉類の腐敗等の如し即ち醱酵には有用なるものあり有害なるものあり味噌及び醬油も一種の醱酵によりて造らる。

味噌は主として大豆、大麥、食鹽及び水の混和物を徐々に醱酵せしめて製したるものなりその製造法の大要は先づ大豆を充分に煮熟して搗き之に大麥麴と食鹽水とを混和して桶に藏するなり。その醱熟の期はその製造の際の温度、食鹽及び麴の割合等によりて異なる温度高く食鹽少量にして麴多量なるときはその熟期甚だ速くなるも之に反すれば遅し例へば白味噌(前者の場合)は三四日にて熟するも仙臺味噌(後者の場合)は十五ヶ月にて漸く熟す。是れ味噌の醱酵は麴中にある酵母の作用によるものなれば温度高く食鹽少量なるときは此の酵母の繁殖盛なるも温度低く食鹽多量なるときは此の酵母の作用弱ければなり。

醬油は大豆、大小麥(又は小麥)、食鹽及び水を原料として醸造成熟せしめたるものなり。

即ち大豆を長く水に浸し置きて煮熟し、別に搗きたる麥を炒り石臼にて碎きたるものを混和し數日間筥に入れて麴をなし、之に食鹽水を加へ桶に入れて能く攪拌し數日間放置すれば成熟す依て之を搾りて粕を除く。

醱酵を起す微生物及び酵素の種類は甚だ多く各々特異なる作用をなせどもその真相は未だ判明せず假りに之を接觸作用となす。

106. 酒精醱酵 Alcoholic fermentation

葡萄糖及び果糖は醸母の作用によりて酒精と炭酸瓦斯とを生ず(第496頁参照)。



蔗糖は先づ加水分解によりて葡萄糖及び果糖に轉化したる後前述の醱酵を受けて酒精を生ず

澱粉も先づ砂糖類に變じたる後醱酵して酒精を生ず清酒、麥酒、葡萄酒、ブランデー、燒酎、ラム酒等は何れも此の醱酵作用を利用して製したるものなり。

酒類製造の概略は次の如し。

清酒 水蒸米、麴を適當の割合に混和して置けば先づ麴は蒸米中の澱粉を糖分(葡萄糖及び麥芽糖)に變じ醸母の作用によりて酒精に變ず依て時宜を見計りて之を搾りて粕と清酒とに分つ。

麥酒 大麥を水に浸して温處に放置すれば麥芽を生ず(此の際麥の澱粉は一部分麥芽糖及び糊精に變ず)之を爐に入れ微火にて煎りその成長を止む(之を褐色となる迄焙りたるものは黒麥酒の製造に使用す)次に之を碎きて鐵釜に入れ水を加へて温むれば麥芽中の酵素(デアスターゼ)は麥芽中の澱粉、麥芽糖、糊精を葡萄糖に變ず、之にホップ(Hop, 蛇麻草の花を乾かしたるもの)を加へて液に苦味(兼て腐敗を防ぐの効あり)及び芳香を附し然る後之を樽に移し麥酒醸母を加へて放置すれば醱酵を起してアルコールと炭酸瓦斯とを生ず約三週間を経て炭酸瓦斯の發生の衰ふるを

俟ち容器に栓しその後出づる炭酸瓦斯をその中に保存せしめて麥酒に特有の沸騰性を與ふ。

葡萄酒 葡萄の果實を壓搾しその汁液(白葡萄酒に於ては果皮及び核を去り、赤葡萄酒に於ては之を分別せず)を桶に入れて數日間放置すれば果實の表面に附着せる釀母によりて醱酵を起し汁液中の糖分(葡萄糖及び果糖)を炭酸瓦斯とアルコールとに變ず赤葡萄酒の赤色は果皮中の色素が浸出せしによる。

シャンパン Champagne (三鞭酒) 佛國シャンパンと稱する地方に於て初めて造り出せし一種の葡萄酒にして之を製するには葡萄酒の醱酵の止む頃砂糖を加へて瓶に詰め密栓を施し放置すべし然るときは砂糖は瓶内にて醱酵を起し多量の炭酸瓦斯を酒中に溶解せしむ故に瓶より注ぎ出すときは盛に氣泡を發す、アルコールの含量は約10%なり。

燒酎 穀類馬鈴薯を醱酵せしめたる液又は酒粕等を蒸溜して製す

ブランデー 葡萄酒を蒸溜したるものなり。

ウヰスキー Whisky 麥芽等を醱酵して蒸溜したる一種のブランデーなりアルコールの含量は約50%とす。

ラム酒 砂糖製造のとき副生する糖蜜を醱酵せしめ之を蒸溜して製す。

107. 醋酸醱酵 Acetic fermentation

アルコールが醋母と稱する微生物の作用によりて空氣中の酸素を取りて醋酸に變ずるを醋酸醱酵と云ひ酒類より酢を造るは之れに基く。(第517頁参照)

我邦の酢の原料は酒粕にして先づ大なる桶の中に酒粕を入れ密閉して半年乃至一年間貯藏す然らば此の間に酒精醱酵を起して芳香を放つに至る次に之に水を加へ能く攪拌し二三日間放置

したる後壓搾して白汁を分つ(此の白汁に含有せらるるアルコールの量10%以上なるときは水を加へて稀薄ならしむべし是れアルコールの濃き溶液には醋母は繁殖せず)此の白汁を暫時沸騰して殺菌し直に仕込桶に入れ種酢(即ち清酢)を加へ蓋をなし席にて捲き(暖氣を保持する爲めとす)數ヶ月間放置すれば醱酵完成して一種の芳香を放つべし。此くして得たる酢は醋酸の4%許を有す。

108. 乳酸醱酵 Lactic fermentation

之は乳糖が乳酸バクテリアによりて乳酸に變ずる作用にして牛乳の酸敗の源因なり此の醱酵は44度乃至52度に於て最も旺盛なるが故に牛乳は炎暑の候には酸敗し易し然れども冷やせば之を防ぐを得べく殊に牛乳を煮沸すればバクテリアを殺しその酸敗を防止するを得るなり。(第522頁参照)

109. 腐敗 Putrefaction

微生物(微菌)の作用によりて窒素を含む有機物(蛋白質の如き)が醱酵して惡臭を發するを腐敗と名く此の際起る化學變化は極めて複雑にして往々劇毒を有す物質(プトメイン Ptomaines の如き)を生ず腐敗せる飲食物が有毒なるは之れが爲めなり。

肉類の腐敗の際に生ずる物質は炭酸瓦斯、窒素、アンモニア、硫化水素、醋酸、酪酸、石炭酸、インドール(Indole C_8H_7N 惡臭の物質)、スカトール(Skatole C_9H_9N 惡臭の物質)、プトマトン等なりと云ふ。

此の腐敗作用を起すべき微生物は空氣中その他諸所に

存在し之に適當なる溫度及び濕氣を興ふれば繁殖すべきにより炎暑の候に當り水分に富める飲食物の腐敗し易きは勿論の事なり。

110. 防腐法

以上述べし如く腐敗の源因は微生物の作用にして微生物は適當の溫度、水分、酸素及び養分を得るにあらざれば發育繁殖する能はざるなり故に腐敗を防止せんには次の方法によりて微生物の發育を防ぎ或は之を撲滅するにあり。

(1) 冷却し又は蒸熱して貯藏すると

微生物は零度或はそれ以下の低溫度に於て發育し能はざるを以て夏時飲食物を氷室に貯藏し又は氷詰法によりて魚類等を遠隔の地に輸送し得るは此の理に基くなり。

又た微生物は百度以上の溫度に於て撲滅せらるゝものなれば罐詰を製造するとき能く熱するは此の理によるなり。

罐詰法は肉類、野菜、果實等を罐に入れて密閉し小孔を穿ちて蒸氣を以て之を高溫度に熱し附着せる微生物を十分に撲滅したる後その温かき間に罐孔を塞ぎ空氣の流通を絶ちて微生物の侵入を防くなり。

(2) 能く乾燥すると

前に述べたる如く微生物は水分なければ生存すると

能はざるにより充分乾燥せしものは永久に腐敗するとなきなり。カンピヨウシイタケ 乾瓢、スルメ 椎茸、リ 鯉節、ホシガイ 錫海苔、ヒモノ 干貝、干魚等の腐敗せざるは此の理にして又た木材を使用する際能く乾燥したる後その表面に石炭タール或はペンキ等を塗り濕氣の侵入を防げば永く用ゆるを得べし。

(3) 防腐劑を加ふると

防腐劑(Antiseptic)とは微生物の發育を防止しその醱酵作用を遅くすると能はざらしむる藥品の謂にして之れには種々あり。澤庵、鹽肉、鹽魚等に用ふる食鹽、果實の砂糖漬に用ふる蔗糖、糟漬及び味淋漬に於けるアルコール、肉類、果實、野菜の酢漬に用ふる醋酸は何れも普通の防腐劑なり。

アルコール及び醋酸の濃溶液には微生物は生育し能はず。

又た酒の防腐にサリチル酸を用ひ、魚肉を貯ふるに硼酸の溶液を塗布し、木材の腐敗を防ぐに膽礬の溶液或はクレオソート Creosote oil (石炭タールより製す)等を注入するは皆な防腐劑の應用なり。

その他明礬、綠礬、亞硫酸瓦斯、石灰乳、漂白粉、昇汞、オゾン、過マンガン酸カリウム、石炭酸、ホルマリン、ナフタレン等は防腐劑或は消毒劑(Disinfectant, 微生物を撲滅する藥品)として有効なるものとす。

第四篇 化學理論一 班

第一章 溶液論

第一節 溶 液

1. 溶液 Solution, 種々の液體は水の如く種々の物質を溶解するを得べし而してその溶解する液體を溶媒(或は溶劑 Solvent) と云ひ溶解されし物質を溶質 Solute と稱し得たる液體を溶液と云ふ例へば食鹽を水に溶解せる食鹽水は一の溶液にして食鹽は溶質水は溶媒なり

或る溶媒の溶液を示すにはその溶媒の名を冠するを常とす例へば水を溶媒となしたる溶液を水溶液 Aqueous solution と云ひ「アルコール」を溶媒とせるものをアルコール溶液 Alcoholic solution(時に丁幾 Tincture と稱す)と云ふが如し而して水溶液の場合尤も多きが故に單に溶液と云へば水溶液のことなりと知るべし

溶質の如何によりて溶液を三種に分つを得その一は炭酸瓦斯を水に溶かせるときの如く溶質が氣體なる場合にして之を氣體の溶液と稱すその二は「アルコール」を水に溶解せる時の如く溶質が液體なる場合にして之を液體の溶液と稱す此の種の溶液にありては二液體の中

何れを溶媒とするを得れども通常多量に存在する液體を溶媒とし少量の液體を溶質となすなりその三は食鹽を水に溶かせしときの如く溶質が固體なる場合にして之を固體の溶液と稱す。

2. 濃度 Concentration 稀釋度 Dilution

溶液中に溶解し居る溶質の量を溶液の濃さ或は濃度と云ひ通常之を示すに溶液一立中に存在する溶質の瓦分子の數を以てしその一瓦分子を有するときの濃度を單位とし之を1モル Mol と名く例へば水に食鹽($\text{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$)の一瓦分子(58.5瓦)を溶解して一立となしたるを「1モル」の食鹽の溶液と稱しその二瓦分子($2 \times 58.5 = 117$ 瓦)を溶かしたるを「2モル」の食鹽の溶液と稱するが如し

又た濃度の代りに稀釋度を用ふることあり稀釋度は濃度の正反數にして溶質の一瓦分子を有する溶液の立の數なり即ち四立の溶液中に溶質一瓦分子を含むものの稀釋度は四にして稀釋度八なる溶液は八立の溶液中に溶質一瓦分子を有するものなり。

問 題

1. 次の溶液に於ける溶媒と溶質とを擧げよ

- (イ) 砂糖水 (ロ) アンモニア水
 (ハ) 沃度丁幾 (ニ) 薄荷精
 (ホ) 鹽酸 (ヘ) 石灰水
 (ト) 稀硫酸 (チ) 濃硫酸
 (リ) 苛性曹達液 (ス) 硝酸銀の溶液
 (ル) タンニンの水溶液 (ヲ) フォルマリン

(解)	溶媒	溶質
(イ)	水	砂糖
(ロ)	水	アンモニア(第85頁を見よ)
(ハ)	アルコール	沃素 (第214頁)
(ニ)	アルコール	薄荷油 (第576頁)
(ホ)	水	鹽化水素(第70頁)
(ヘ)	水	水酸化カルシウム(第363頁)
(ト)	水	硫酸
(チ)	水	硫酸
(リ)	水	苛性曹達
(ス)	水	硝酸銀
(ル)	水	タンニン
(ヲ)	水	フォルムアルデヒド(第534頁)

2. 硝酸($\text{HNO}_3=63$)の四瓦を水に溶解して百 c.c. としたときの濃度を計算せよ

(解) 此の溶液は硝酸の $4 \times 10 = 40$ 瓦を水に溶かして $100 \times 10 = 1000$ c.c. 即ち一立とさせる溶液と濃度を等ふすべし而して硝酸の一瓦分子は 63 瓦なればその 40 瓦は

$$\frac{40}{63} = 0.635 \text{ 瓦分子}$$

に相當す故に此の溶液の濃度は 0.635 モル なり

3. 0.12モルの硝酸の水溶液とは如何なることを云ふか

(解) 0.12 モルの硝酸の水溶液とは一立の水溶液中に硝酸の 0.12 五分子即ち $0.12 \times 63 = 7.56$ 瓦を有する溶液を云ふ

4. 硝酸五瓦分子を水に溶かして二立とさせる溶液の稀釋度と濃度とを問ふ

(解) 此の溶液は硝酸一瓦分子を水に溶かして $\frac{2}{5} = 0.4$ 立とせしめる溶液と稀釋度を等ふすべきによりその稀釋度は 0.4 なり次に此の溶液は又た一立の溶液中に硝酸 $\frac{5}{2} = 2.5$ 瓦分子を有する溶液と濃度を等ふすべきによりその濃度は 2.5 モルなり而して $0.4 = \frac{1}{2.5}$ ならば稀釋度は濃度の正反數をなす

答 稀釋度 0.4 立濃度 2.5 モル

5. 食鹽一瓦を有する 10 c.c. の水溶液の稀釋度及濃度を計算せよ但し食鹽の分子式は NaCl なり。

(解) 食鹽一瓦を有する 10 c.c. の水溶液は食鹽($\text{NaCl}=58.5$)の一瓦分子 (58.5 瓦)を有する $58.5 \times 10 = 585$ c.c. 即ち 0.585 立の水溶液と稀釋度を等ふす故にその稀釋度は 0.585 立 なり

次に濃度は稀釋度の正反數なるにより此の溶液の濃度は

$$\frac{1}{0.585} = 1.71$$

1.71 モル なり

6. 0.26モルの食鹽の溶液 100 c.c. 中には幾瓦の食鹽を溶解し居るか

(解) 0.26 モルの食鹽の溶液とは一立の水溶液中に食鹽の 0.26 瓦分子即ち $0.26 \times 58.5 = 15.21$ 瓦を有するを云ふ故に此の溶液 100 c.c. 中に溶解

し居る食鹽の量は $15.21 \times \frac{100}{1000} = 1.521$ 瓦なり。

7. 稀釋度 2.5 立の鹽酸 150 c. c. 中には幾瓦の鹽化水素 (分子式 HCl) を溶解し居るかその鹽化水素の體積は標準溫度及び壓力のとき幾立なるか

(解) 此の鹽酸 2.5 立中に溶解せる鹽化水素の量はその一瓦分子即ち 36.5 瓦 (HCl=36.5) なるを以て此の鹽酸 150 c. c. 即ち 0.15 立中には $36.5 \times \frac{0.15}{2.5} = 2.19$ 瓦の鹽化水素を溶解し居るなり
而して此の鹽化水素の體積は標準溫度及び壓力に於て $\frac{22.4}{36.5} \times 2.19 = 1.344$ 立 (約) なり是れ鹽化水素の一瓦分子 (36.5 瓦) は約 22.4 立の體積を有すればなり。

答 2.19 瓦 (重量) 約 1.3 立 (體積)

第二節 飽和及び過飽和

3. 飽和 Saturation 溶解度 Solubility

一定の溫度及び壓力に於て溶質の溶解する量に一定の限あり此の時はその濃度は最大となる例へば零度の水百瓦は食鹽三十六瓦を溶解し得るも之れより多くは溶かし能はざるなり即ち此の溶液は最大の濃度に達したりとす

此の限界に達せる溶液をその溫度に於けるその溶質に對する 飽和溶液 Saturated solution と稱し此の現象を 飽和 と云ひそのときの最大濃度を 溶解度 と稱す而して溶解

度を示すには通常溶媒百分中に溶解して飽和したる溶質の量を以てす例へば零度に於ける食鹽の水に對する溶解度は 36 なるが如し

溶質の溶くる量は溫度によりて異なるを以て勿論飽和も溫度に依りて變じ溶解度も亦變すべきなり故に溶解度を云ふときは溫度を示すを要す

固體の溶液が飽和せるか否かを知るにはその溶液に溶質の尙溶けざるもの(固體)の存否を検すべし若し固體が存在せるときはその溶液は飽和し居るものなりとす然れ共若し固體が存在せざるときは更にその溶質の小塊を投じて溶くるか否かを見るべし若し溶ければ前の液は飽和し居らず若し溶けざれば飽和し居りしなり故に固體(溶質)の存在する溶液は必らずその物質に對しての飽和溶液なるべきなり

4. 溶解度と溫度及び壓力との關係ヘンリーの定律

ある溶媒に於ける溶質の溶解度は多少溫度及び壓力に關係するものなり一般に氣體は溫度上昇するに従てその水に於ける溶解度を減じ壓力を加ふれば却てその溶解度を増す依りて氣體の溶液を熱するか或はその壓力を減ずればその溶解し居る氣體を發散すべし而して實驗によれば甚だ水に溶解し易き氣體(アンモニア又は鹽化水素の如き)を除きては同溫度に於て氣體の

水に於ける溶解度はその壓力に正比例するなり此の事實をヘンリーの定律 Henry's lawと云ふ

液體及び固體にては溫度を上昇するに従ひその水に溶解する量を増加するを常とすれども却て減する溶質もあり(水酸化カルシウムはその一例なり)而して溶解量と壓力との關係は氣體の如く著しからず

5. 過飽和 Super-saturation

前に述べし如く固體物質の飽和溶液はその固體の存在する場合に得らるるものにしてその存せざる時には溶解度以上の濃度を有する溶液を得らるることあり之を過飽和の現象と云ひその溶液を過飽和溶液 Super-saturated solutionと名く。今硫酸ナトリウムの結晶(芒硝 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)を約33度の水に溶解して飽和となし残留せる結晶を除きて液を靜かに放置するときは溫度漸次降下しその濃度が溶解度以上となるにより固體を拆出する理なるも依然として拆出することなきを見る即ち過飽和の溶液となりしなり然れ共之にその結晶の一小片を投ずれば忽ち結晶の多量を拆出しその溫度に於ける飽和溶液となるべし

問 題

1. アンモニア水を熱してアンモニアを得らるべき理由如何

(解) アンモニア水はアンモニアの水に溶解せるものにして之を熱すればアンモニアの水に溶解せる割合を著しく減すべし故に大にアンモニア瓦斯を發散するなり

2. ラムネ瓶の栓を取れば甚しく泡立つは如何なる理なるか

(解) ラムネは強大の壓力にて多量の炭酸瓦斯を溶解せるものなり依てその栓を取れば壓力減するにより炭酸瓦斯の溶解する割合を大に減少す故に餘分の炭酸瓦斯は逃れ去て大に泡立つなり

3. 器物を洗ふに湯を用ふるの可なる理を問ふ

4. 温泉は多くの物質を溶解し居ると云ふ此の理如何

(解) 固體及び液體は概ね温湯に溶解し易きを以てなり

5. 百 c. c. の水は溫度十五度一氣壓に於きて炭酸瓦斯 100.2 c. c. を溶解す同溫度六氣壓に於きては幾 c. c. の炭酸瓦斯を溶かし得るか

(解) ヘンリーの定律によれば同溫度に於て氣體の水に溶解し能ふ量はその壓力に正比例するにより六氣壓にて100 c. c. の水に溶解する炭酸瓦斯の量は同溫度一氣壓に於けるさきの量(100.2 c. c.)の六倍なり即ち

$$100.2 \times 6 = 601.2 \text{ c. c.}$$

6. ある固體物質の水に對する溶解度は0度に於て

a なりと云ふその意義如何

(解) ある固體物質の水に對する溶解度が温度0度に於てaなりと云ふは温度零度の水百瓦中にその物質a瓦を溶解せば飽和すべきを示す即ち温度零度に於ける飽和水溶液の百瓦中に存在するその物質の量はa瓦なることを示すなり

7. 20度に於きては上の物質の溶解度は一般に如何に變ずるか

(解) 温度昇りて20度となれば上の物質の溶解度は一般に増加するなり之れ固體は温度の上昇と共に溶け易くなるによる

8. 前題に於て溶質が氣體なれば如何

(解) 若し溶質が氣體なれば温度昇るに従ひ次第に溶け難くなるにより20度に於てはその溶解度を減するなり

9. 20°Cに於て硝石の溶解度は43なりと云ふ同温度に於ける水10瓦中に硝石幾瓦を溶かし得るか

(解) 硝石の溶解度は43なるを以て水100瓦中に硝石43瓦を溶かし得るなり依て水10瓦中に溶かし得る(即ち飽和する迄)硝石の量は4.3瓦なり

10. 0.85の比重を有するアルコールの水溶液は純アルコール79.51%を含む(即ち此溶液100瓦中にアルコール79.51瓦を含有す)此の溶液のアルコールに對する濃度は幾モルなるか

(解) 比重0.85なれば此の溶液100瓦の體積は $\frac{100}{0.85}$ c.c.なり即ち此の體積中にアルコール79.51瓦を含有す今アルコール($C_2H_5O=12 \times 2 + 1 \times 6 + 16 = 46$)の分子量46なれば此の溶液のアルコールに對する濃度即ち此の100 c.c.中に存在するアルコールの瓦分子數は

$$79.51 \times \frac{1000}{\left(\frac{100}{0.85}\right)} \times \frac{1}{46} = 14.7$$

答 14.7 モル

第三節 擴散及び滲透

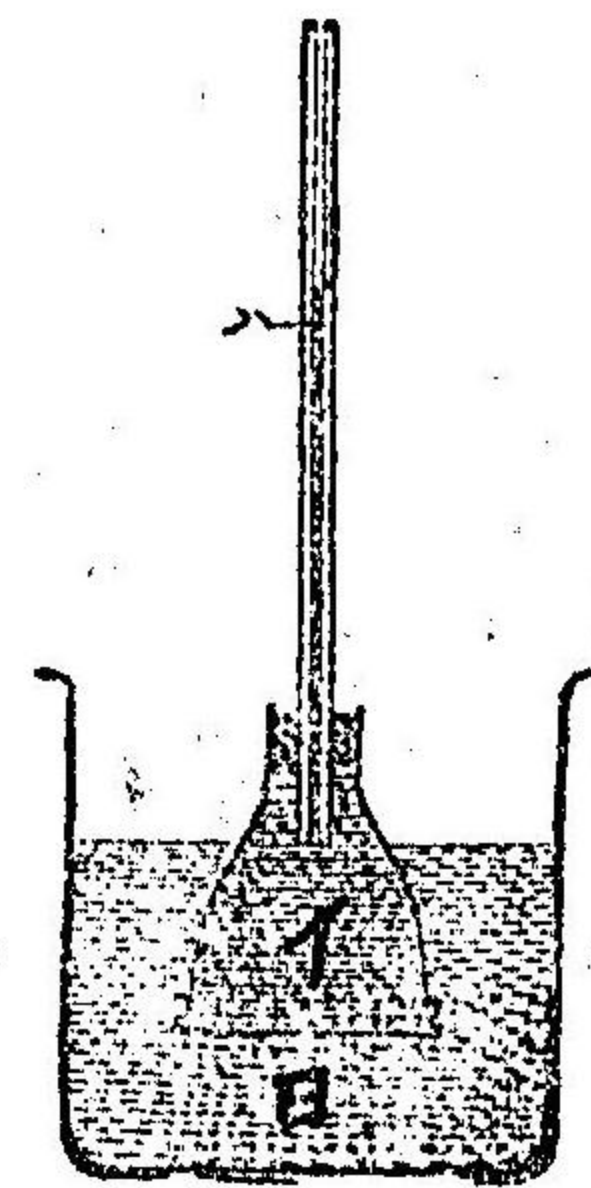
6. ^{カクサン} Diffusion 互に溶解し得べき二種の液體(但し互に化學變化をなさざるもの)を比重の順序に(重き液の上に輕き液)一器に入るときは初めの間は二液の境界判然たるも次第にその境界不明となり遂に全く相混合するに至るべし此の現象を擴散(又は滲散)と名く例へば試験管に半分程水を入れその上に、赤色インキにて着色せるアルコールを靜かに注加するときは以上の現象を呈するを見るべし又た硫酸銅の濃厚溶液の上に水を入れるときにも此の現象あり。

氣體にも擴散の現象あり今空氣を満たしたる圓筒の上に、水素を満たせる圓筒を置くときは漸次に(然れども液體のときよりも遙に速かに)輕き水素は下方に、重き空氣は上方に行き遂に全く相混合するに至る而して此の氣體擴散の速度はその比重の平方根に逆比例するものなり之をグラハムの定律 (Graham's law) と稱す。例へば水素の空氣に對する比重は $\frac{1}{14.4}$ なり而して水素は空氣より、 $\sqrt{14.4} = 3.8$ 倍早く擴散

す。 滲透

7. 擴散 Osmose 互に溶解し得べき二種の液體(若くは氣體)を膀胱、ゴム膜或は素焼の土器等を以て相隔つるも二液(若くは二氣體)は次第に此の隔壁を通じて擴散すべし此の現象を滲透と云ふ

(48)



下端の開ける瓶(第48圖イ)の底に膀胱を張り此の中に、赤インキにて着色せるアルコールを満たし口栓に細き硝子管(ハ)を挿して此の瓶を水槽(ロ)中に入ると圖に示す如くなすときはアルコール及び水は次第に隔膜を透して相混合すべし然れどもアルコールの瓶外に出づるよりも水の瓶内に入ること遙かに速なるを以てアルコールは細管中を上昇

するを認めん此の如く同一時間に隔膜を通過する液の量は液の種類によりて異なる。

膀胱は水のみを通過してアルコール(溶質)を全く通過せしめざるものにあらざれども或る隔膜は水のみを透過して溶質を全く通過せしめざるとあり此の性を有する膜を半透性の隔膜 Semipermeable membrane と稱す。

ゴム膜、膀胱、素焼の土器等は完全の半透性のものにあらず。

素焼の氣孔内にフクロアン化銅 $\text{Fe}(\text{CN})_2 \cdot \text{Cu}$ を沈澱せしめたるものは完全なる半透性なり。

植物の細胞膜は一種の半透性隔膜にして此の細胞内には多少の溶液あるを以て、豆、大根、果實等の稍萎びたるものを水に漬けるときは水が次第に細胞内に滲入するが故に膨れて柔軟となるべし又た吾人が營養分を攝取するも亦小腸の内壁(薄膜)の半透性なるによる。

8. 滲透壓 Osmotic pressure

48圖に示す如く、半透性の隔膜を有する器(イ)の中にある水溶液を満たしたるものを水中に入るときは外部の水は此の膜を通過して器内に滲入するも溶質は外に透出すると能はざるを以て器内の溶液は滲入する水の爲めに次第に體積を増し器の上部に立てる細長の硝子管(ハ)に昇り數時間又は數日を経れば遂に一定の高さに達して止まるべし。

器外の水が器内に滲入する壓力を滲透壓と云ひその強さは管内の液が最高の位置に達して止まるときの壓力に等しかるべし

實驗によるに溫度零度に於きて百 c. c. の中に一瓦の砂糖を含有する水溶液(砂糖の分子式は $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ にしてその分子量は $12 \times 12 + 22 \times 1 + 11 \times 16 = 342$ ならば此の溶液の濃度は $\frac{10}{342} = 0.0292$ モルにして稀釋度は $\frac{342}{10} = 34.2$ 立な

り)の呈する滲透壓は水銀柱の49.6 糎に等しく又た同體積(即ち百c.c.)中に二瓦の砂糖を含有する水溶液(濃度は $\frac{20}{342}=0.0584$ モルにして稀釋度は $\frac{342}{20}=17.1$ 即ち前の溶液に比するに濃度は二倍にして稀釋度は二分の一なり)の呈する滲透壓は99.2 糎(即ち前の溶液のときの二倍)に等し故に溶液の滲透壓はその濃度に正比例し稀釋度に反比例するを見る即ち滲透壓 P 糎を呈する溶液の濃度を C モル稀釋度を V 立とし滲透壓 P' 糎のときの濃度を C' モル稀釋度を V' 立とすれば

$$P:P'=C:C' \text{ 又は } P:P'=V':V$$

$$\text{即ち } \frac{P}{P'} = \frac{C}{C'} \text{ 又は } PV = P'V'$$

の關係あり之は氣體の場合に於けるボイルの定律に匹敵す(第105頁を見よ)

次に76 糎の滲透壓を呈する砂糖の水溶液の濃度(x)及稀釋度(y)を計算せんに

0.0292 モルの溶液は49.6 糎の滲透壓を呈すべきにより

$$\frac{76}{49.6} = \frac{x}{0.0292}$$

の關係あり故に $x = \frac{76}{49.6} \times 0.0292 = 0.0447$

$$\text{從て } y = \frac{1}{0.0447} = 22.4$$

即ちその濃度は0.0447 モルにして稀釋度は22.4 立なり。

稀釋度とは溶質(砂糖)の一瓦分子を有する溶液の體積(立にて示せる)なるを以て22.4 立中に砂糖の一瓦分子を有する水溶液は零度に於て76 糎の滲透壓を呈するを知る而して氣體の一瓦分子は溫度零度、壓力76 糎に於て22.4 立の體積を占むべきにより氣體の一瓦分子が零度に於て22.4 立の體積を占有するときは水銀柱の76 糎に等しき壓力を呈すべきなり之を以て砂糖(溶質)の水溶液の滲透壓は砂糖が氣體となりて溶液と同じ體積を占めたるときに呈すべき壓力と同一なるを推知せらる

又た種々なる溫度に於て溶液の滲透壓を測定するに同一の濃度(即ち同一の稀釋度)にて溶液の滲透壓はその時の絕對溫度に正比例するを見る即ち氣體の場合(第118頁を見よ)に類似す從て氣體のときの如くして(第119頁参照)

$$PV = RT \quad \text{式中 } R = \frac{P_0 V_0}{273}$$

の式を得べし但し P は滲透壓 V は稀釋度なり

以上の事實は稀薄なる溶液に於て現はるるものにして砂糖以外の物質にも適合す。且溶質の如何に關せず(但し無機化合物の場合は例外とす第六節に於て之を詳述せん)同溫度、同濃度(同稀釋度)の溶液は同一の滲透壓を呈するなり即ち $PV = RT$ は孰れの溶質にも適當す之れ總ての氣體が殆ど此の方程式に従ふとに類似す

要するに稀薄溶液の性質と氣體の性質とは酷似せる
なり

問題

1. 水素に對するアンモニアの比重は17にして鹽化水素の比重は36.5なりアンモニアは鹽化水素に比して幾倍早く擴散するか

(解) グラハムの定律により

$$\frac{\sqrt{36.5}}{\sqrt{17}} = 1.5 \text{ (約)} \quad \text{答約 1.5 倍}$$

2. 水素は空氣より3.8倍早く擴散すと云ふ水素の空氣に對する比重を求む

(解) 此の比重を x とすれば

$$\frac{1}{\sqrt{x}} = 3.8 \quad \therefore x = \frac{1}{(3.8)^2} = \frac{1}{14.4}$$

3. 炭酸瓦斯の空氣に對する比重は1.5なり空氣100 c.c. が擴散する時間に炭酸瓦斯は幾 c.c. を擴散するか

(解) 炭酸瓦斯の擴散の速度は空氣に對して $\frac{1}{\sqrt{1.5}}$ なり故に所求の體積は

$$100 \times \frac{1}{\sqrt{1.5}} = 81.7 \text{ c. c.}$$

4. 炭酸瓦斯150 c.c. が擴散する時間に酸素の擴散する體積は175.8 c.c. なりと云ふ炭酸瓦斯の分子量を求む

(解) 酸素に對する炭酸瓦斯の擴散の速度は $\frac{150}{175.8}$ ならば酸素に對

する炭酸瓦斯の比重は $\frac{1}{\left(\frac{150}{175.8}\right)} = 1.374$ なり(問題(2)参照)

故に炭酸瓦斯の分子量 = $1.374 \times 32 = 44$ (第139頁参照)

5. 水素に對する窒素の比重は14にして酸素の比重は16なり窒素及び酸素の等體積が擴散するに要する時間を比較せよ。

(解) 窒素の比重は14にして酸素の比重は16なれば此等二氣體の擴散の速度の比即ち同じ時間に二氣體の擴散する體積の割合は

$$\frac{1}{\sqrt{14}} : \frac{1}{\sqrt{16}}$$

(窒素) (酸素)

依て二氣體の等體積が擴散するに要する時間の比は

$$\sqrt{14} : \sqrt{16} \quad \text{なり。}$$

(窒素) (酸素)

6. 炭酸瓦斯の擴散の速さは水素のときを1として0.213なりとせば炭酸瓦斯100c.c.の重量を計算せよ(但し水素一立の重量は0.09瓦なり)

(解) 炭酸瓦斯の擴散の速さ = $\frac{0.213}{1} = \frac{\sqrt{\text{水素一立の重量}}}{\sqrt{\text{炭酸瓦斯一立の重量}}}$

$$\therefore \frac{\text{水素一立の重量}}{\text{炭酸瓦斯一立の重量}} = \frac{(0.213)^2}{1^2}$$

$$\therefore \text{炭酸瓦斯一立の重量} = \frac{\text{水素一立の重量}}{(0.213)^2} = \frac{0.09}{(0.213)^2} \text{ (瓦)}$$

依て炭酸瓦斯100 c.c. 即ち $\frac{1}{10}$ 立の重量は

$$\frac{1}{10} \times \frac{0.09}{(0.213)^2} = 0.198 \text{ 瓦}$$

7. ゴム袋に水素を満てたる風船玉をその口を緊く結びて空氣中に放置するとき如何なる現象を呈するか

(解) 内部の水素がゴム膜を透して滲出するを以てゴム袋は次第に収縮すべし(尤も空気もゴム膜を透して袋の内に入るべきも水素の滲出する方多きなり)

8. 膀胱に濃厚なる食鹽の水溶液を満たしその口を固く結びて水中に放置するとき如何なる現象を呈するか

(解) 膀胱は食鹽に對して半透性なり即ち水は容易に此の膜を滲透するも食鹽は然らず依て濃厚なる食鹽水を満たせる膀胱を水中に入れば膀胱は内部の食鹽水を稀薄にせんが爲め外部の水を吸収して膨脹し遂に破裂するに至るべし

9. 食鹽の溶液を満たせる膀胱の口を固く結びて更に濃厚なる食鹽の溶液の中に入れば如何

(解) 内部の水は却て外部の溶液を稀薄にせんが爲め滲出するが故に膀胱は萎縮すべし

10. 上の膀胱を同濃度の溶液の中に入れたるときは如何

(解) 水の出入なきを以て膀胱は依然としてその形態を保持すべし

11. 0度にて53.2 厘の滲透壓を呈する砂糖の水溶液の濃度を計算せよ

(解) $PV = P'V'$

の式中に $P = 76$ $V = 22.4$

(之れ 22.4 立の稀釋度を有する溶液の滲透壓は 76 厘なるを以てなり)

$P' = 53.2$ $V' = x$

を入れるれば可なり故に

$$76 \times 22.4 = 53.2 \times x$$

$$x = \frac{76 \times 22.4}{53.2} \text{ 立}$$

今濃度は稀釋度の正反數なるにより此の水溶液の濃度は

$$\frac{53.2}{76 \times 22.4} = 0.03125 \text{ モル}$$

即ち約 0.03 モル

12. 百 c.c. 中に砂糖(分子式 $C_{12}H_{22}O_{11}$)一瓦を有する溶液は 15 度にて幾厘の滲透壓を呈するか

(解) 砂糖の分子量 = $C_{12}H_{22}O_{11}$ の示す數 = 342

此の水溶液の稀釋度 = $\frac{0.1 \times 342}{1} = 34.2 \text{ 立} = V$

一般に稀釋度 22.4 立の水溶液は攝氏零度(即ち絶對溫度 273 度)に於て 76 厘の滲透壓を呈す而して溶液の滲透壓は稀釋度に反比例し絶對溫度に正比例す即ち次の關係式あり(第 603 頁を見よ)

$$PV = \frac{P_0 V_0}{273} \times T$$

式中 $P =$ 稀釋度 V 立にして絶對溫度 T のときの滲透壓

$P_0 =$ „ V_0 立 „ 273 „

今 $P_0 = 76$ $V_0 = 22.4$

$P = x$ $V = 34.2$ $T = 273 + 15$

なれば之を前の式の中に入れて x を計算せば可なり。

$$x \times 34.2 = \frac{76 \times 22.4}{273} \times (273 + 15)$$

$$\therefore x = 52.5 \text{ 厘}$$

13. 13.3 度にて 143.2 厘の滲透壓を呈する溶液は 36.3 度にて如何

(解) 同一の濃度にて溶液の滲透壓はその絶對溫度に比例す即ち

$$\frac{P}{P'} = \frac{T}{T'}$$

式中 P は絶對溫度 T のときの滲透壓

P' は絶對溫度 T' のときの滲透壓

今の場合は

$$P=143.2 \quad T=273+13.3=286.3$$

$$P'=x \quad T'=273+36.3=309.3$$

故に

$$\frac{143.2}{x} = \frac{286.3}{309.3}$$

$$\therefore x=154.7$$

答 154.7 匁

第四節 沸點の上昇及び結氷點の降下

9. 沸點の上昇 Elevation of boiling point

純粹なる溶媒は各一定の沸點(一氣壓に於て沸騰しつゝある液より發する蒸氣の温度)を有するも之に揮發し難き溶質を溶解せばその溶液の沸點は上昇するものなりその差(即ち溶液の沸點と溶媒の沸點との差)を沸點の上昇と稱す而して稀薄なる溶液にありては沸點の上昇はその濃度に正比例するなり例へば水は 100 度に於て沸騰するに水 100 匁中に砂糖 1 匁を溶解したるものは 100.015 度に於て、二匁の砂糖を溶解したるものは 100.030 度に於て、三匁なれば 100.045 度に於て沸騰す

又た同じ溶媒の 100 匁中に溶質の一匁分子を溶解せる溶液(或は之と同濃度の溶液)は溶質の何たるに係はず總て同一の沸點の上昇を起す之をその溶媒の沸點の分子上昇(Molecular elevation of the boiling point)と稱し通常 C

を以て之を表はす

次に主なる溶媒に於ける C を掲ぐ

水 5.2 二硫化炭素 23.5 アルコール 11.7

エーテル 21.1 氷醋酸 25.3 ベンゼン 26.7

アセトン 16.7 クロロホルム 36.6

今分子上昇 C は溶媒 100 匁中に溶質一匁分子(M 匁)を溶解したるときに沸點の上昇なるを以て溶媒 100 匁中に p 匁の溶質を溶解せる溶液の沸點上昇 t は

$$t = \frac{C \times p}{M} \quad \text{なり}$$

是れ沸點の上昇は濃度に正比例するによる。

10. 結氷點の降下 Depression of freezing point

純粹なる溶媒の結氷點(液體を攪拌しつゝ冷却して凍結するときの温度)は各一定せるも之れに溶質を溶解せばその溶液の結氷點を低下するものなりその差(即ち溶液の結氷點と溶媒の結氷點との差)を結氷點の降下と稱す而して沸點の上昇の場合と同様に稀薄なる溶液にありては結氷點の降下はその濃度に正比例す

又た同じ溶媒の 100 匁中に溶質の一匁分子を溶解せる溶液(或は之と同濃度 溶液)は溶質の何たるに關せず常に同一の結氷點の降下を起す之をその溶媒の結氷點の分子降下 Molecular depression of the freezing point と云ひ C を以て之を表はす

次に主なる溶媒に於ける C を掲ぐ

水 18.9 水醋酸 39 石炭酸 75 ベンゼン 49

溶媒(その分子降下を C とす) 100 瓦中に p 瓦の溶質(その分子量を M とす)を溶解したる溶液は純溶媒よりも t 度丈結氷點を低めたりとせば沸點の上昇のときと同様に次の關係式あり

$$t = \frac{C \times p}{M}$$

附言 水溶液の場合には溶質の種類によりて C (分子上昇又は分子降下)の價を異にす前記の數(5.2 又は 18.9)は大抵有機化合物を溶質となせるときにして無機化合物のときは概して著しく變ずるを見る尙ほ此の奇異なる現象は第六節に於て詳述すべし。

問 題

1. 海水は嚴寒にあらざれば結氷せざるは何故ぞ

解 海水は種々の物質を溶解せる溶液なれば純粹の水よりは結氷點低し故に嚴寒にあらずんば結氷せざるなり

2. 砂糖(分子式 $C_{12}H_{22}O_{11}$) 1.6 瓦を 80 瓦の水に溶解したる溶液の沸點を問ふ

(解)
$$t = \frac{C \times p}{M}$$

式中 C=水の沸點の分子上昇=5.2

p=水 100 瓦中に溶解する砂糖の瓦數 = $\frac{1.6 \times 100}{80} = 2$

M=砂糖の分子量= $C_{12}H_{22}O_{11}$ の示す數=342

t=此の溶液の沸點の上昇の度數

$$\therefore t = \frac{5.2 \times 2}{342} = 0.03$$

答 100.03 度(水の沸點は 100 度なり)

3. アセトン(分子式 C_3H_6O 0.729 瓦をベンゼンの 50 瓦中に溶解せる溶液の結氷點降下を計算せよ。

(解)
$$t = \frac{C \times p}{M}$$

式中 C=ベンゼンの結氷點の分子降下=49

p=ベンゼン 100 瓦に溶解せるアセトンの瓦數

$$= \frac{0.729 \times 100}{50} = 1.458$$

M=アセトンの分子量= C_3H_6O の示す數=58

t=此の溶液の結氷點降下の度數=x

$$\therefore x = \frac{49 \times 1.458}{58} = 1.23$$

答 1.23 度

4. アセトン 6.8 瓦の中に樟腦(分子式 $C_{10}H_{16}O$)を溶解して沸點を測りしに 57.61 度なりと云ふ溶解せる樟腦の重量如何但しアセトンの沸點は 56.5 度とす。

(解)
$$t = \frac{C \times p}{M} \text{ より } p = \frac{Mt}{C}$$

樟腦の溶解せる量を x 瓦とすれば

$$p = \frac{x \times 100}{6.8} \quad t = 57.61 - 56.5 = 1.11$$

C=16.7 M= $C_{10}H_{16}O$ の示す數=152

$$\therefore \frac{x \times 100}{6.8} = \frac{152 \times 1.11}{16.7}$$

$$\therefore x = 0.687 \text{ 瓦}$$

5. エーテル(分子式 $C_4H_{10}O$)の 1.65 瓦をベンゼンの 60 瓦

の中に溶解してその結氷點の降下を測りしに 1.82 度なりと云ふベンゼンの結氷點の分子降下を問ふ

$$(解) \quad t = \frac{C \times p}{M} \text{ より } C = \frac{t \times M}{p}$$

$$C = x \quad t = 1.82$$

$$M = C_6H_6 \text{ の示す数} = 78$$

$$p = \frac{1.85 \times 100}{60} = 2.75$$

$$\therefore x = \frac{1.82 \times 78}{2.75} = 49$$

第五節 分子量の測定

11. 溶質の分子量 Molecular weight of the Solute

第 141 頁及び 144 頁に於て述べたる分子量測定の方法は氣體及び氣化し得る物質に限れるものなり然れども滲透壓沸點の上昇及び結氷點の降下の理論によれば氣化し難き物質を或る適當の溶媒に溶解してその分子量の概數を測定するを得べし。

12. 滲透壓の測定によれる方法

第三節に於きて述べしが如く稀薄溶液は氣體に類似せる性質を有し

$$PV = \left(\frac{P_0 V_0}{273} \right) T$$

なる方程式が孰れの溶質にも適合するなり

式中 P は絶對溫度 T (即ち 273+t) に於ける滲透壓

V はその溶液の稀釋度

P₀ は 76 糎の滲透壓

V₀ は攝氏 0 度に於て 76 糎の滲透壓を呈する溶液の

稀釋度即ち 22.4 立

故に前の式は

$$PV = \frac{76 \times 22.4}{273} \times (273+t) \dots \dots \dots (i)$$

となる

今ある溶質 G 瓦を溶解せる S 立の溶液の滲透壓を測定せしに P 糎なりとせばその溶質の分子量(M)は次の如くして計算せらる

その溶液一立中に存在すべき溶質の量は $\frac{G}{S}$ 瓦にして之を瓦分子の數にて示せば $\frac{G}{SM}$ なり

故にその溶液の濃度は $\frac{G}{SM}$ モルにしてその稀釋度(濃度の正反數)は $\frac{SM}{G}$ 立なり之を V にて示す即ち $V = \frac{SM}{G}$

然らば(i)式より

$$P \times \frac{SM}{G} = \frac{76 \times 22.4}{273} \times (273+t)$$

を得べく之れより M を求むれば

$$M = \frac{G}{PS} \times \frac{76 \times 22.4}{273} \times (273+t) \dots \dots \dots (ii)$$

なり

溶液の滲透壓の公式(i)は近似的のものにして嚴密のものにあらず故に之を用ひて計算せる分子量は近似數なりとす。

例 題

砂糖一瓦を溶解して100 c.c. とさせる水溶液の滲透壓は攝氏 15.5 度に於て 52.2 厘なりと云ふ砂糖の分子量を計算せよ但し砂糖の實驗式は $C_{12}H_{22}O_{11}$ なり

(解) $S = \frac{1}{10}$ $G = 1$ $t = 15.5$ $P = 52.2$ ならば

$$M = \frac{1}{52.2 \times \frac{1}{10}} \times \frac{76 \times 22.4}{273} \times (273 + 15.5) = 345$$

即ち砂糖の分子量として 345 を得

今砂糖の實驗式は $C_{12}H_{22}O_{11}$ にして此の式の示す量は
 $12 \times 12 + 1 \times 22 + 16 \times 11 = 342$ なり故に砂糖の分子量は此の 342 の整数倍にして 345 に近き数なるべし依て 342 はその分子量に相當し $C_{12}H_{22}O_{11}$ はその分子式なるべきなり

附言 種々の溶質に對する半透性の隔膜を造ると困難にしてその滲透壓を直接に測定すると容易ならず故に此の方法にて分子量を推定するは得策なりと云ふを得ず

13. 沸點法及び氷點法 Ebullioscopic method and Cryoscopic method. 第四節に述べし公式 $t = \frac{C \times p}{M}$ より M を求むれば $M = C \frac{p}{t}$ を得

式中

M は溶質の分子量

沸點の分子上昇或は結氷點の分子降下の度数に

して各溶媒に固有なるもの(無機化合物の水溶液の外溶質の如何に關せず)

p は溶媒百瓦中に溶解せる溶質の瓦の數

t はその溶液(溶媒百瓦中に p 瓦の溶質を溶解せるもの)に於ける沸點の上昇或は結氷點の降下の度数

故に溶質を適當の溶媒に溶解したる溶液に就て沸點の上昇若くは結氷點の降下を測定せばその溶質の分子量を計算するを得るなり此等の實驗の方法は複雑なれば之を省略す

沸點の上昇及び結氷點の降下の公式も亦嚴密のものにあらず故に之れによりて計算せる分子量は近似數なりとす

問 題

1. 砂糖 4.78 瓦を 94.5 瓦の水に溶解しその溶液の結氷點を測定せるに -0.281 度なり砂糖の分子量を計算せよ

(解) $C = 18.9$ $p = \frac{4.78}{94.5} \times 100$ $t = 0.281$

なるにより

$$M = C \times \frac{p}{t} = 18.9 \times \frac{\frac{4.78}{94.5} \times 100}{0.281} = 340$$

即ち砂糖の分子量は342に近き数なり

砂糖の化学式は $C_{12}H_{22}O_{11}$ にしてその示す量は342なればその分子量は342なり之れ340に近きによる(第614頁参照)

2. ベンゼン百瓦中にエーテル2.71瓦を溶解して得たる溶液の結氷點の降下を測定せるに1.826度なりと云ふエーテルの分子量を計算せよ

$$(解) \quad M = C \times \frac{p}{t} = 49 \times 2.71 \times \frac{1}{1.826} = 73$$

答 約73

而してエーテルの分子式は $C_4H_{10}O$ なればその分子量は74なり

$$C_4H_{10}O = 4 \times 12 + 10 \times 1 + 16 = 74$$

3. 沃素2.0579瓦をエーテルの30.14瓦に溶解してその沸點の上昇を測りしに0.566度なり沃素の分子量を計算せよ(沃素の原子量を127とす)

$$(解) \quad M = C \times \frac{p}{t} = 21.1 \times \left(\frac{100}{30.14} \times 2.0579 \right) \times \frac{1}{0.566} = 254.5$$

即ち沃素の分子量は254.5に近き数なり

而して分子量は原子量の整数倍なるべきを以て沃素の原子量(127)の整数倍の中254.5に近き数はその分子量となるなり

$$127 \times 2 = 254$$

故に254は沃素の分子量なり

4. 砂糖(分子式 $C_{12}H_{22}O_{11}$)7.128瓦を水百瓦に溶解してその結氷點の降下を測りしに0.396度なり次に水98.46瓦に4.138瓦のエーテルを溶かしその結氷點の降下を測定せるに1.051度なりと云ふエーテルの分子量を計算せよ

$$(解) \quad M = C \times \frac{p}{t} \dots \dots \dots (1)$$

式中 M = 砂糖の分子量($C_{12}H_{22}O_{11}$ の示す量)

$$= 12 \times 12 + 1 \times 22 + 11 \times 16 = 342$$

$$p = 7.128$$

$$t = 0.396$$

C = 水の結氷點の分子降下

$$\text{依りて} \quad C = M \times \frac{t}{p} = 342 \times \frac{0.396}{7.128}$$

次に(1)の式中にて

C = 水の結氷點の分子降下(即ち前に算出せる数)

$$p = \frac{100}{98.46} \times 4.138$$

$$t = 1.051$$

M = エーテルの分子量 = x

とせば

$$x = \left(342 \times \frac{0.396}{7.128} \right) \times \left(\frac{100}{98.46} \times 4.138 \right) \times \frac{1}{1.051} = 76$$

答 エーテルの分子量は76に近き数

而してエーテルの分子式($C_4H_{10}O$)より分子量を計算すれば74を得

$$C_4H_{10}O = 4 \times 12 + 10 \times 1 + 16 = 74$$

5. 過酸化水素(實驗式 HO)の3.3%を有する水溶液の結氷點降下は2.03度なりと云ふ過酸化水素の分子式を推定せよ

$$(解) \quad M = C \times \frac{p}{t}$$

式中 C = 水の結氷點の分子降下 = 18.9

$$p = 3.3$$

$$t = 2.03$$

$$\therefore M = 18.9 \times \frac{3.3}{2.03} = 31(\text{約})$$

$$HO = 1 + 16 = 17$$

故に此の分子量は17の整数倍の中31に近き数なり

$17 \times 2 = 34$ は31に近きを以て分子量にして $\frac{34}{17} = 2$ 故に H_2O_2 は分子式

なり。

第六節 無機化合物の水溶液

14 無機化合物の水溶液

鹽類(例へば食鹽)強き酸類(例へば鹽化水素)強きアルカリ類(例へば苛性ソーダ)の水溶液に就てその滲透壓、沸點の上昇、結氷點の降下を検するに孰れもその濃度に比例せずしてその溶液が稀薄となるに従ひ著しくその割合を増し同濃度の有機化合物の水溶液が呈するものに殆ど二倍乃至三倍せるを見る

例へば食鹽の分子式をNaClなりとせばその分子量は $23+35.5=58.5$ となる故に食鹽の一瓦を溶解せる百 c.c. の水溶液の呈する滲透壓は次の如くして計算せらるべし

此の溶液の濃度は $\frac{10}{58.5}$ モルなり而して稀釋度 22.4 立即ち濃度 $\frac{1}{22.4}$ モルの溶液の呈する滲透壓は76種なるべきは已に述べたり(第 602 頁参照)故に若し此の場合に於きても濃度と滲透壓とが互に比例するものならば此の溶液即ち $\frac{10}{58.5}$ モルの濃度の溶液が呈すべき滲透壓(x)は

$$\frac{1}{22.4} : \frac{10}{58.5} = 76 : x$$

$$x = \frac{10}{58.5} \times 76 \times 22.4 = 291$$

即ち 291 種なるべきなり然るに實驗によるに此の二倍

なる $291 \times 2 = 582$ 種の滲透壓を呈するを見る

次に百瓦の水に種々の溶質一瓦分子を溶解せし溶液の沸點の上昇及び結氷點の降下(即ち分子上昇及び分子降下)を検するに次の如し

溶 質	分子式	沸點の上昇	結氷點の降下
砂	糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$	5.2	18.9
醋	酸 CH_3COOH	—	19.0
ア ン モ ニ ア	NH_3	—	19.9
硫 化 水 素	H_2S	—	19.2
鹽 化 水 表	HCl	—	36.1
硫 酸	H_2SO_4	—	38.2
硝 酸	HNO_3	—	35.8
苛 性 ソ ー ダ	NaOH	8.5	36.2
食 鹽	NaCl	9.3	35.1
鹽化「アンモニウム」	NH_4Cl	—	34.8
鹽化「バリウム」	$BaCl_2$	—	48.6
鹽化「カルシウム」	$CaCl_2$	—	49.9

前表によれば沸點の上昇及び結氷點の降下の度数は溶質の種類により著しく異なる而して多くの無機物にありては有機物質の場合より殆ど二倍乃至三倍の度数を示せり

即ち稀薄なる水溶液にありてはその中に存在せる無

機物質は大抵一分子が二分子乃至三分子に等しき作用をなすが如し

故に稀薄水溶液に就てその中に溶解せる無機化合物(溶質)の分子量を測定するときは(沸點の分子上昇は5.2を用ひ結氷點の分子降下は15.9を用ふ)實際の分子量より小にしてその約二分の一乃至三分の一なるを見るべし。

此の奇異なる現象の解説は第三章第三節電離の部に於てなすべし。

問題

1. 苛性加里(分子式 KOH)0.0107 モルの水溶液の結氷點の降下は0.038度なりと云ふ苛性加里の結氷點の分子降下を計算せよ

(解) $M = \text{苛性加里の分子量(即ち KOHの示す量)} = 39 + 16 + 1 = 56$

$$p = 0.0107 \times 56 \times \frac{1}{10}$$

[0.0107 モルの苛性加里の水溶液は一立即ち千 c. c. の中に苛性加里の0.0107 瓦分子即ち 0.0107×56 瓦を有する溶液を云ふ故にその百瓦(約百 c. c.)中に存在する苛性加里の量は $0.0107 \times 56 \times \frac{1}{10}$ 瓦なり]

$$t = 0.038$$

$$C = x$$

$$\therefore x = \frac{Mt}{P} = \frac{56 \times 0.038}{0.0107 \times 56 \times \frac{1}{10}} = 35.5$$

答 35.5

2. 前題に於ける分子降下を18.9とすれば苛性加里の分子量は如何になるべきか

(解) $M = \frac{Cp}{t}$

今分子量(M)を56とせばCが35.5となる(前題によりて)

即ち $56 = 35.5 \frac{p}{t}$

次にCを18.9とするときその分子量Mは如何になるかと云ふに之をxとすれば

$$x = 18.9 \frac{p}{t}$$

故に $\frac{56}{x} = \frac{35.5}{18.9}$ を得

$$x = \frac{56 \times 18.9}{35.5} = 29.8 \text{ (約)}$$

答 29.8(約)

(附言) 實際の分子量は KOHの示す数にして56なり

$$\frac{29.8}{56} = 0.53 = \frac{53}{100}$$

此の分子量は實際の分子量の $\frac{53}{100}$ 即ち約二分の一に當る故に此の溶液にありては苛性加里の一分子は殆ど二分子の如く作用するなり。

3. 食鹽(分子式 NaCl)の水溶液に於ける沸點の分子上昇は9.3なり若し之を5.2とせば食鹽の分子量は如何に變すべきか

(解) 食鹽の分子量を58.5($\text{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$)とせばその58.5瓦即ち一瓦分子を百瓦の水に溶解したる溶液の沸點の上昇(即ち分子上昇)は9.3なり而して此の分子上昇を5.2としたるときその分子量をxとせば前題と同理により次の關係あるべし

$$\frac{58.5}{x} = \frac{9.3}{5.2}$$

$$\therefore x = \frac{58.5 \times 5.2}{9.3} = 32.7$$

答 32.7

(附言) 實際の分子量は 58.5 にして $\frac{32.7}{58.5} = 0.56 = \frac{56}{100}$ ならば此の分子量は實際の分子量の $\frac{56}{100}$ 即ち約 $\frac{1}{2}$ に當る故に此の溶液にありても食鹽の一分子は殆ど二分子の如く作用す。

第二章 化學反應論

第一節 化學反應の速度

15. 化學反應の速度 Velocity of Chemical reaction.

諸物質間に起る化學反應には遅きものと速きものとあり水素と鹽素と化合して鹽化水素を造る反應又高温度に於て水素が酸素と化合して水を生ずる變化若くは鹽酸とアンモニア水とが中和して鹽化アンモニウムの水溶液を造る變化 ($\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$) の如きは甚だ速かにして殆ど瞬間に完結す然れども砂糖液の醱酵してアルコールを生じ酒類が醱酵して酔に變ずるが如きは其の進行の速度頗る緩徐にして之を完結するには多くの時間を要す而して磷が酸化して五酸化磷を生ずる變化は温度攝氏 17 度に於て徐々に行はる又た醋酸エチル $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{C}_2\text{H}_5$ の水溶液に苛性ソーダを加へて醋酸ナトリウム $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$ とエチルアルコールとを生ずる反應 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{C}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} = \text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{Na} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ も亦通常の温度(攝氏 15 度位)に於ては緩徐に進行し其の速度を測定し得らる。

今實驗によれば單位時間内に變化する物質の量の多少によりてその反應の速度を異にする即ち變ずる量多ければ反應速かとなり少ければ遅くなるが故に單位時間

内に變化する物質の量を以て直にその反應の速度を示し得べく而してその物質の量は變化進むに従ひ次第に減少するものなればその變化の速度も時を追ふて漸次小となるべきなり依てある時間に於けるその變化の速度はその前後の短時間に變じたる量をその時間にて除して求めらる。

16. 質量作用の定律 The Law of Mass action

實驗によるに化學變化の速度即ち單位時間に變ずる物質の量は相反應する物質の濃度の相乗積に正比例するを見る此の事實を名けて質量作用の定律と稱す。

而して此の濃度は單位體積中に存在するその物質の分子量の數にて示し之を反應に與かる物質の活動量 Active massと稱す故に此の定律を活動量の定律と云ふとあり即ち反應の速度は其反應に與かる物質の活動量の相乗積に正比例す。

(説明) (甲) $A=B+C$

の反應即ち物質 A が變じて物質 B 及び物質 C を生ずる反應に於て

A の最初の濃度即ち活動量を a モルとし此のときの反應の速度を V とす

次に此の變化に於て t 時間の後には A の量を減すべくその減じたる濃度を x モルとすればそのときに於ける

A の濃度(活動量)は (a-x) モルなり此のときの反應の速度を V' とす

然らば實驗によるに

$$\frac{V}{V'} = \frac{a}{a-x} \dots\dots\dots(1)$$

の關係あり即ち A の變化する速度はその濃度(活動量)に正比例す

$$(1) \text{ 式より } \frac{V}{a} = \frac{V'}{a-x}$$

を得即ち此の反應の速度と A の濃度との比は常に變せざるなり依て

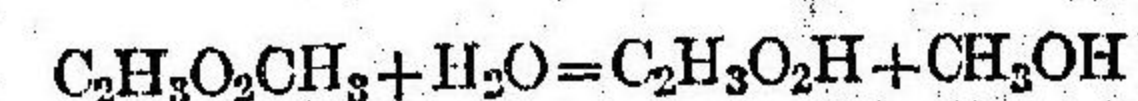
$$\frac{V}{a} = \text{常數}(K \text{ にて示す})$$

$$\therefore V = Ka \dots\dots\dots(2)$$

此の K なる常數を速度常數 Velocity constant と稱す之は反應に固有なる常數にして一定の溫度に於ては一定の値を有し溫度昇るときは大となる(通常溫度十度昇る毎に K の値は二倍乃至三倍す次の項を參照せよ)

(例)

醋酸メチル($C_2H_5O_2CH_3$)の水溶液に鹽酸(HCl)を加ふれば



の反應起りて醋酸($C_2H_5O_2H$)とメチルアルコール(CH_3OH)を生ず此の反應にありては鹽酸の如き酸の存在するを要するも酸は變化せずしてその量少しも變るをなし又た水は多量に存在するを以てその量は殆んど變るをなく一定のものを見て可なり故に醋酸メチルの量のみ時間の進行に従ひ次第に減少す即ち此の變化は $A=B+C$ にて示さる而して此の反應は緩徐に進行するものなれ

ばその速度を測定するを得べし。

今25度の温度にて0.706モルの醋酸メチルを取り前掲の反応を起さしめしに34分の後その濃度は0.599モル89分の後0.460モル159分の後0.326モルとなれり云ふ之れに就きて此の定律を説明せん。

醋酸の濃度初めは0.706モルなりしが34分の後0.599モルとなりたるが如く反応の進むに従ひ醋酸の量を減するにより反応の速度は断へず減すべし而して此の時間に速度が一様に減するものさせばその中央の時間即ち17分の後に有する速度は34分間に減少したる量(0.706-0.599=0.107モル)をその時間の數即ち34にて除して得らる依りて

$$\frac{0.107}{34} = 0.00315 \text{ なり}$$

次に17分後に存在せる醋酸の濃度即ち活動量は初めの濃度(0.706モル)と34分後の濃度(0.599モル)との平均數にして

$$\frac{0.706+0.599}{2} = 0.653 \text{ モル}$$

即ち $V=0.00315$ $a=0.653$

なりKを此のときの速度常數とせば

$$0.00315 = K \times 0.653$$

故に $K = \frac{0.00315}{0.653} = 0.00482$

同様に34分と89分の中央の時間即ち61.5分の後に於ける反應の速度は

$$\frac{0.599-0.460}{89-34} = 0.00253$$

にしてそのときの活動量は

$$\frac{0.599+0.460}{2} = 0.530 \text{ モル}$$

なりK'を此のときの速度常數とするときは

$$0.00253 = K' \times 0.530$$

の関係あるべし

故に $K' = \frac{0.00253}{0.530} = 0.00477$

又た同様に89分と159分の中央の時間即ち124分の後に於ける反應の速度は

$$\frac{0.460-0.326}{159-89} = 0.00191$$

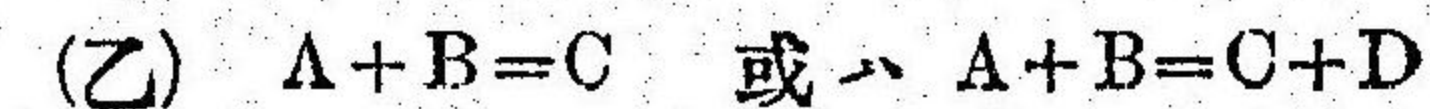
にしてそのときの活動量は

$$\frac{0.460+0.326}{2} = 0.393 \text{ モル}$$

なりK''を此のときの速度常數とするときは

$$K'' = \frac{0.00191}{0.393} = 0.00486$$

以上のK, K', K''は略一致す故に此の反應の速度は常に醋酸メチルの濃度(即ち活動量)に正比例するを知る。



の反應に於て

Aの濃度=aモル, Bの濃度=bモル,

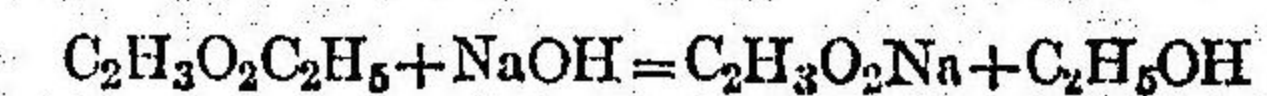
反應の速度=V, 速度常數=K

とすれば $V = K_{ab}$

の関係あり。

(例)

醋酸エチル($C_2H_5O_2C_2H_5$)の水溶液に苛性ソーダ(NaOH)液を加ふれば醋酸ナトリウム($C_2H_5O_2Na$)とエチルアルコール(C_2H_5OH)とを生ず此の反應を方程式にて示せば



此の場合にては反應の進むに従ひて醋酸エチル及苛性ソーダの濃度は漸次減少するものなれば此の變化は $A+B=C+D$ にて示されその反應の速度(V)は兩物質の濃度(a及b)の相乘積に正比例すべし即ち

$$V = Kab$$

$$\text{故に } K = \frac{V}{ab}$$

なれば反應の速度を醋酸エチルの濃度(即ち活動量a)及苛性ソーダの濃度(即ち活動量b)の相乗積にて除したる商は常に一定不變なるべきなり。15.8度の温度に於て此の反應の進行を測定せるに次の結果を得たりと云ふ

時間(秒)	醋酸エチルの濃度(モル)	苛性ソーダの濃度(モル)
0	0.01206	0.02580
224	0.00882	0.02256
377	0.00728	0.02102

前例のさきの如くして $\frac{224}{2} = 122$ 秒の後に於ける反應の速度は

$$\frac{0.01206 - 0.00882}{224} = 0.0001446$$

なり而して此のさきに於ける醋酸エチルの平均濃度は

$$\frac{0.01206 + 0.00882}{2} = 0.01044 \text{ モル}$$

苛性ソーダの平均濃度は

$$\frac{0.02580 + 0.02256}{2} = 0.02418 \text{ モル}$$

なり故に

$$K = \frac{0.0001446}{0.01044 \times 0.02418} = 0.0573$$

又た224秒と377秒との中央の時間即ち300.5秒の後に於ける反應の速度は

$$\frac{0.00882 - 0.00728}{377 - 224} = 0.0001006$$

此のさきに於ける醋酸エチルの平均濃度は

$$\frac{0.00882 + 0.00728}{2} = 0.00805 \text{ モル}$$

苛性ソーダの平均濃度は

$$\frac{0.02256 + 0.02102}{2} = 0.02179 \text{ モル}$$

なり故に

$$K = \frac{0.0001006}{0.00805 \times 0.02179} = 0.0574$$

即ち以上の二つのKは略一致せるを見る故に此の場合に於きても反應は此の定律に支配せらるるなり。

17. 反應の速度に對する温度の影響

反應の速度は温度の影響を受くると一般に著しくして温度上昇すれば反應の進行次第に急速となる例へば醋酸エチルと苛性ソーダとの反應の如きは16度位にてはその進行緩徐(前に示せるが如く)なるも七十度位の温度に至れば甚だ急速となり殆んどその速度を測定するに能はず

殆ど何れの反應にありても温度の上昇10度毎にその速度は二倍乃至三倍するものなり故に速かに反應を結了せしめんには熱を加ふべし。

水素が酸素と化合して水を造る變化は高温(凡そ攝氏700度)に於て急激に起るも常温(攝氏15度位)に於ては非常に緩徐にして殆ど變化するを認めず然れども此の際水素と酸素とが全く相互作用せざるものさなすよりも此の變化の速度甚だ遅緩なるが爲めにある時間内にその變化の進行を見出すこと能はざるものと考ふるを可とす曾てボースタイン(Bodenstein)氏は攝氏509度に於て50分間水素と酸素との混合氣體を熱したるに全體の15%が化合して水に變じたるを見たり今温度を10度降す毎に變化の速度二分の一となるとせば此の變化は499度の温度にては100分を要し9度の温度にては $50 \times 2^{10} = 1.06 \times 10^{11}$ 年即ち百六億年を要することとなる故に此の場合に於て反應は實際行はれつゝあるも進行の速度極めて微小にして之を知ることを能はざるなり同様に

硫黄の酸化、木材の燃焼等にありてもその酸化作用は通常の温度に於ても亦起るものなり但しその速度たるや頗る微小にして検出し得ざるのみ。

18. 接觸作用 Catalysis

反應に與からざる他物の存在するが爲めにその反應の速度は多少の影響を受くることあり此の影響の度の大なるものを^{シヨクバ}觸媒 Catalyser と云ひその作用を接觸作用と名く

(例) 水素と酸素とは常温に於て化合すると非常に遅緩にして殆んどその進行を検出する能はず然るに水素及酸素の混合氣を微熱せる海綿狀白金の上に通過せしめば急激に化合するを見るべし又た二酸化硫黄 (SO_2) と酸素 (O_2) と化合して三酸化硫黄 (SO_3) を生ずる變化 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ の速度は高温度に於ても甚だ小なり然るに熱したる海綿狀白金の存在するときは此の變化急激となるべし即ち此等の場合に於て海綿狀白金は觸媒なり

此の他二酸化マンガンは鹽素酸カリウムの分解を速かならしむる觸媒にして種々の醱酵は釀母、酵素等の接觸作用によりて起るとは既に述べし所なり。

海綿狀白金、酵素の如く遅緩なる反應を促進すべき物質を加速觸媒 Positive catalyser (or accelerator) と云ふ即ち反應

の速度を著しく増さしむる觸媒なり。

又た反應の速度を遅緩ならしむるものあり之を減速觸媒 Negative catalyser (or retarder) と云ふ

(例) カリウム(K)を水に投ずれば激しく作用して水素と苛性加里(KOH)とを生ず($\text{K} + \text{H}_2\text{O} = \text{H} + \text{KOH}$)此の際カリウムを水銀に溶解してアマルガムとなして水に投ずれば此のカリウムの作用緩徐となる即ち水銀は減速觸媒となるなり。又た亞硫酸水素ナトリウム(Na_2HSO_3)の水溶液は次第に空氣中より酸素を吸収して硫酸水素ナトリウム(NaHSO_4)に變ず然るに之れにアルコールの0.1%を加へて置けば此の酸化を減退す即ち此場合に於てアルコールは減速觸媒なり。

問題

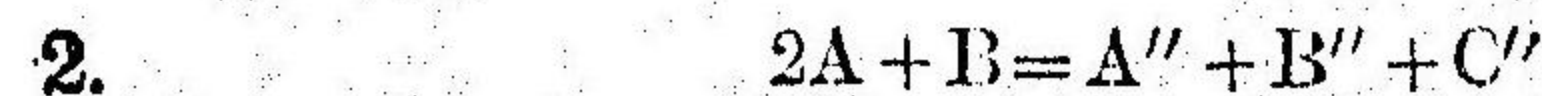


にて示さるる反應に活動量の定律を應用せば如何

(解) 反應の速度 = V
物質 A の濃度 = a 物質 B の濃度 = b
,, C ,, = c 速度常數 = K

とすれば

$$V = Kabc$$



の反應にては如何

(解) 反應の速度 = V'
 物質Aの濃度 = a 物質Bの濃度 = b
 速度常數 = K'

とすれば

$$V' = K' \times a \times a \times b = K' a^2 b$$

3. $2A + 3B = A''' + B''' + \dots\dots\dots$

の反應にては如何

(解) 反應の速度 = V''
 物質Aの濃度 = a 物質Bの濃度 = b
 速度常數 = K''

とすれば

$$V'' = K'' a^2 b^3$$

4. 或る化學變化が 150 度の溫度に於て 30 分間に完結せりとせば其の溫度を 100 度低下したるとき此の變化を完結せしむるに要する時間は幾何なるべきか

(解) 化學變化の速度は溫度を 10 度上昇する毎に殆ど二倍するが故に溫度を 100 度低下すれば變化に要する時間は $2^{10} = 1024$ 倍となる即ち 30×1024 分 = $30 \times 1024 \times \frac{1}{60 \times 24}$ 日 = 22 日(約)を要するなり

5. 第 625 頁に於て述べたる醋酸メチルの水溶液に鹽酸を加へて起る反應にて醋酸メチルの濃度が 1 モルなるとき一分間に變ずる量は幾モルなるべきか

(解) 此の變化を支配する $V = K \cdot a$ の式中にて a 即ち醋酸メチルの濃度を 1 モルとせば

$$V = K$$

となり反應の速度即ち一分間に變ずる醋酸メチルの量は K モル

に等し

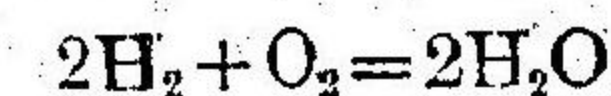
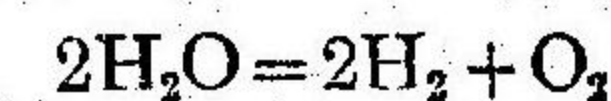
而して K は 0.00482, 0.00477, 0.00486 の平均なる 0.00482 なり

答 0.00482 モル

第二節 可逆反應

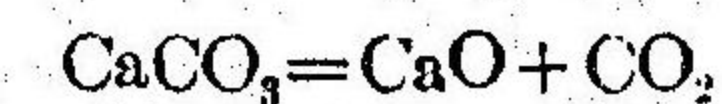
19. 可逆反應 Reversible reaction

ある狀況にて諸物質相反應して新物質を生じ他の狀況にて反對の變化起り新物質更に相作用して元の物質を生じ得べきもあり例へば水蒸氣を高溫度 (1500°C) に熱すれば分解して酸素及水素を生じ得べく溫度を約 600°C に下せばその酸素及水素は相化合して再び水蒸氣を生ずるを得べし即ち

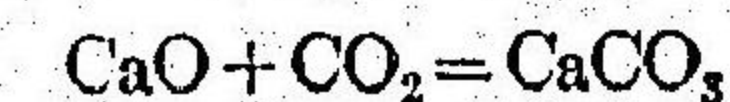


なる正反對の兩反應が熱の變化によりて起るなり

大理石(炭酸カルシウム $CaCO_3$)を強熱すれば分解して生石灰(酸化カルシウム CaO)と炭酸瓦斯とを生ず

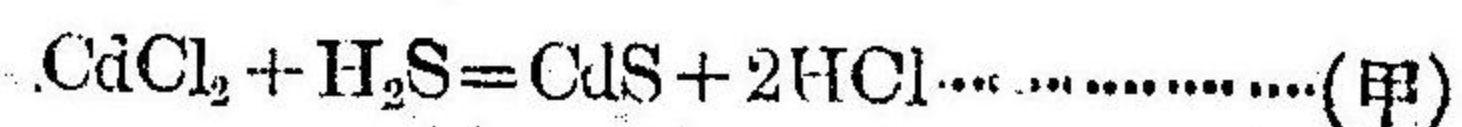


而してその溫度を降せば生成物更に化合して元の炭酸カルシウムを生ず

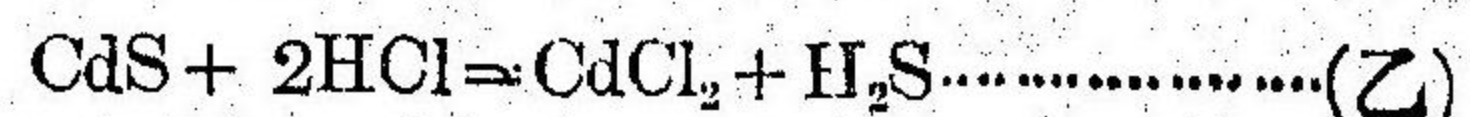


即ち前と正反對の變化を起すなり

又た鹽化カドミウム(CdCl₂)の水溶液に硫化水素(H₂S)を通すれば黄色の硫化カドミウム(CdS)を沈澱し鹽酸(HCl)を生ずその反應は



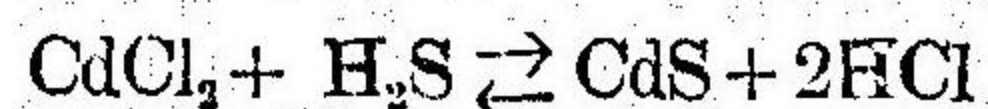
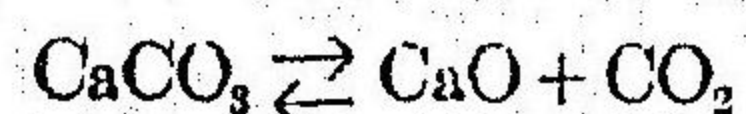
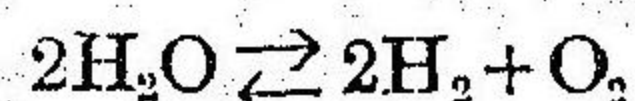
然るにその硫化カドミウムを濾し取り之れに適當の強鹽酸を加ふれば硫化カドミウムは溶解して鹽化カドミウム及硫化水素を再生す即ち



なる前と反對の反應起るなり

此の反應にありては硫化水素と鹽酸との濃度に應じ孰れの方角にも進行するものにして硫化水素の濃度大なれば甲なる反應起り鹽酸の濃度を大とすれば乙なる反對の反應起るべし

此の如く狀況の異變によりて正反對の兩反應を起し得べき反應を名けて可逆反應と稱す而して之を示すには次の方程式を用ゆ



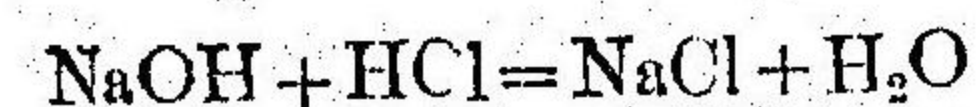
一般に $\text{AB} + \text{CD} \rightleftharpoons \text{AC} + \text{BD}$

可逆の二反應の一を正反應と稱し他を逆反應と稱す尤も何れを正と云ひ逆と云ふも不可なく只比較的名

稱なり前の方程式にて→は正反應の進行を示し←は逆反應の進行を示す

20. 不可逆反應 Irreversible reaction

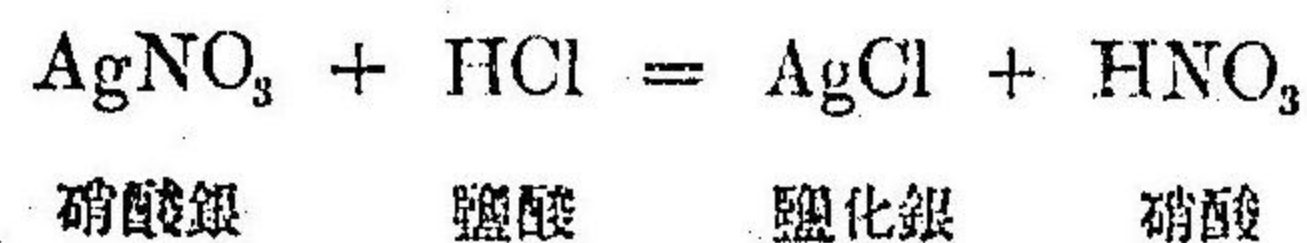
可逆反應の數頗る多しと雖も苛性ソーダと鹽酸とが中和して食鹽と水とを生ずる反應即ち



及び炭素・水素・酸素の三元素よりなれる木材の如き有機化合物を燃焼して水及炭酸瓦斯を生ずる反應等は逆反應を起さしむるを得ず此の如きを不可逆反應と云ふ而して此の種の反應も亦少しとせず然れ共如何なる不可逆反應にても或る適當の狀況の下にて逆反應を起さしむるを得べく只だその狀況及方法を知らざるか若くは逆反應の進行頗る遅くして生成の物質の量非常に少く之を認知するを得ざるならんか要するに理論上凡ての化學的變化は可逆なりと云ふも不可なかるべし又た可逆反應にありても少しも逆作用を起さしめずして正作用のみを完全に進行せしめ得る場合あり之れ正作用にて生成されたる物質を作用の範圍より除去する時なり例へば水溶液に於て生じたる物質の一(少くとも)がその溶液に溶解せずして沈澱するか或は氣體となりて外に出づるときの場合之れなり

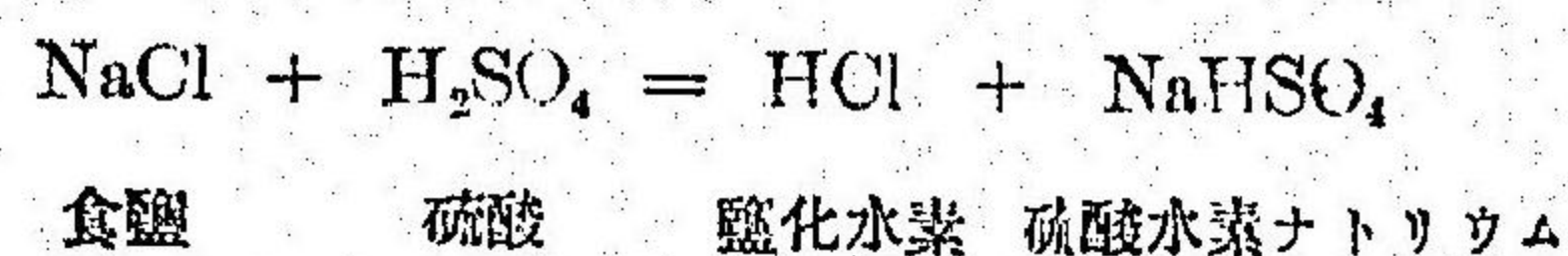
硝酸銀の水溶液に鹽酸を注げば鹽化銀及硝酸を生ず

即ち



此の反應にありては鹽化銀はその溶液に溶解し難くして生成すると同時に沈澱するを以て此の逆反應は殆んど起らざるなり

又た食鹽に強硫酸を加へて熱するときは鹽化水素と硫酸水素ナトリウムとを生ずる反應即ち

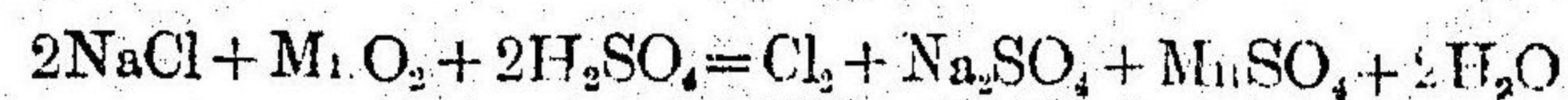


にありては鹽化水素は此のときの温度に於て氣體となりて逃出するが故に此逆反應を起すと能はざるなり。

然るに食鹽及び硫酸を水溶液にして混ずるときは生ずる鹽化水素は水に溶解し、作用の範圍外に取り出すを得ざるを以て逆反應起り可逆反應となるなり。

同様に數多の物質が相反應するとき少くとも生成物の一が氣體(或は固體)となりて作用の範圍外に取り出さるるなればその逆反應は決して起らざるべし。

今食鹽(NaCl)と黑色酸化マンガン(MnO₂)との混合物に強硫酸(H₂SO₄)を加へて熱するときは鹽素(Cl₂)、硫酸ナトリウム(Na₂SO₄)、硫酸マンガン(MnSO₄)、水(H₂O)を生ず



而して此の逆反應は起らず之れ生成されたる鹽素が氣體となりて逃出するが故なり

總て物質を製するにはその生成の作用を成るべく完全に遂行せしめ逆作用を起さざらしめんとを要す若し然らずして逆作用を起すとあらばその物質の量を減じ或は純粹のものを得ると能はざるなり(第525頁参照)

例へば大理石(炭酸カルシウム)を強熱して生石灰を造るに當り同時に發生する炭酸瓦斯を除去せざれば温度降るに隨ひ生石灰は炭酸瓦斯と再び反應して元の炭酸カルシウムを生ずべきが故に生成せられたる生石灰の量は大に減じ且つ炭酸カルシウムを混じたる不純のものとなるべし

第三節 化學的平衡

21. 化學的平衡 Chemical equilibrium

可逆反應 $A+B \rightleftharpoons C+D$ に於ては正反應の進むに従て A 及び B の濃度は次第に減少するが故に正反應の速度は漸次減すべく之と同時に C 及び D の濃度は次第に増加するを以て逆反應の速度は漸次増すべし然らば遂に正逆兩反應の速度が相等しくなるの時あるべし此の時には兩反應は相匹敵して何れへも進行せず

此の如く正逆兩反應が速度を等しくしてその進行を

休止する現象を化學的平衡と稱す。

而して平衡の状態にありては諸物質(A,B,C,D)の濃度は或る關係を有して互に釣合ふなり。

今此の平衡の状態に於ける四物質の濃度を夫々a,b,c,dとせば質量作用の定律によりて

$$\text{正反應の速度 } V' = K'ab$$

$$\text{逆反應の速度 } V'' = K''cd$$

而して兩反應の速度 (V' 及び V'') が相等しきとき即ち $V' = V''$ の場合に平衡の状態に達すべし依て

$$K'ab = K''cd$$

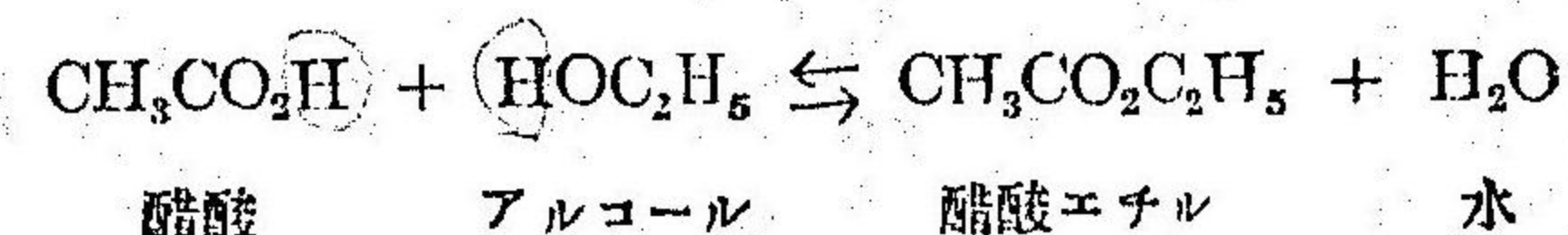
$$\therefore \frac{ab}{cd} = \frac{K''}{K'}$$

K' 及び K'' は常數なれば $\frac{K''}{K'}$ も常數なり之を K にて示せば

$$\frac{ab}{cd} = K$$

となる此の式を平衡の方程式と稱し K を平衡常數 Equilibrium constant と稱す之は正逆兩反應の速度常數の比 $\frac{K''}{K'}$ に等しくして一定の温度に於ては一定の値を有す。

[例一] 常温にて醋酸にアルコールを混じて放置すれば次第に反應して醋酸エチルと水とを生ずるも逆反應起るを以て完全に結了するとなく中途にて休止す即ち此の反應は可逆にして數日の後には平衡の状態に達するなり。



實驗によるに醋酸とアルコールとを各一瓦分子宛用ふるときは各 $\frac{2}{3}$ 瓦分子宛反應したる後休止して平衡の状態に達す。

此の状態に於ける醋酸の濃度は $1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$ モル、アルコールの濃度も $\frac{1}{3}$ モルにして醋酸エチル及び水の濃度は各 $\frac{2}{3}$ モルなれば平衡常數は

$$\frac{\frac{1}{3} \times \frac{1}{3}}{\frac{2}{3} \times \frac{2}{3}} = \frac{1}{4} \quad \text{なり}$$

反對に醋酸エチル一瓦分子に水一瓦分子を混じて放置すれば各 $\frac{2}{3}$ 瓦分子宛残り、 $\frac{1}{3}$ 瓦分子宛反應して醋酸及びアルコールの各 $\frac{1}{3}$ 瓦分子を生じて休止し平衡の状態に達す即ち前の場合と同じ結果を來すなり。

又た醋酸の一瓦分子にアルコールの二瓦分子を混ずるときは醋酸エチル及び水の各 0.845 瓦分子(約)を生じて平衡の状態に達するを見る故に此のときの K は

$$K = \frac{(1-0.845) \times (2-0.845)}{(0.845)^2} = \frac{1}{4}$$

即ち此の反應の平衡常數 K は常温にては何れの場合にても $\frac{1}{4}$ なり。

[例二] 沃化水素(HI)を熱すれば水素(H_2)と沃素(I_2)とに分

解す然れども逆反應起りて水素と沃素とが化合して沃化水素を生ず



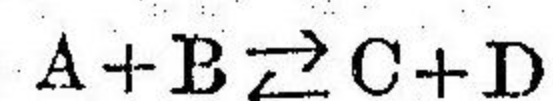
故に此の正逆の兩反應は相平衡して沃化水素、水素、沃素の三氣體がある割合にて共存すべし。

平衡状態に於ける沃化水素の濃度を a 、水素の濃度を b 、沃素の濃度を c とし平衡常數を K とせば

$$\frac{a^2}{bc} = K$$

但し沃化水素は二分子なればその濃度は $a \times a = a^2$ なり

22. 化學的平衡の應用

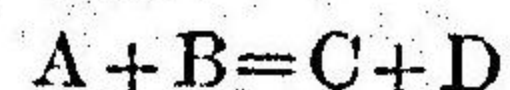


なる可逆反應の平衡状態に於ける式(即ち平衡の方程式)

$$\frac{ab}{cd} = K$$

にて K は常數なれば以上の平衡状態にある混合物(A, B, C, D) 中より C の一部分を取り去るときはその濃度 c は減ず依て $\frac{1}{c}$ は増すべし然らば $\frac{ab}{d}$ が減少せざれば $\frac{1}{c} \times \frac{ab}{d}$ が常數とならず即ち d なる D の濃度を増し a (A の濃度) 及び b (B の濃度) を減すべきなり

故に



の正反應進行す同様に C の代りに D を除去するも此の正反應進行し A, B の濃度を減じ C, D の濃度を増すべし此の如くして生ずるに従ひ C 若くは D を除去すれば正

反應のみ進行し此の反應を不可逆とならしむるを得るなり(635頁参照)

之に反し以上の平衡状態にある混合物中に新に C を他より加ふるときはその濃度は増加するにより $\frac{1}{c}$ は小となる従て $\frac{ab}{d}$ が増加せざるべからず然らざればその相乘積 $(\frac{1}{c} \times \frac{ab}{d})$ が常數とならず故に d なる D の濃度は減じ a (A の濃度) 及び b (B の濃度) は増加すべし即ち



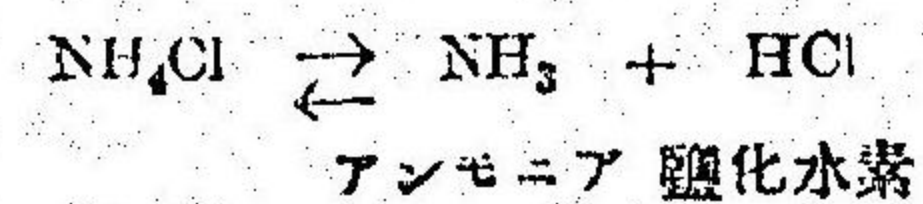
なる逆反應進行す。C の代りに D を他より加ふるも同様なり。

之によりて見れば平衡の状态に於てその中の物質の濃度を減ずれば再びその濃度を恢復せんとする方向に反應起り、その物質の濃度を増せばその濃度を減じて元に戻さんとする方向に反應起るなり。

問題

1. 鹽化アンモニウムよりアンモニアを製するに當り苛性ソーダ又は生石灰を加へて熱するを要す此の理を説明せよ

(解) 鹽化アンモニウム NH_4Cl を熱すれば



の可逆反應起りて生じたるアンモニア及び鹽化水素は冷所に於て相化合し鹽化アンモニウムを造る故にアンモニアを製せんには鹽化水素を他物と化合せしめて作用の範圍外に取り出し逆反應の起らざる様にするを要す苛性ソーダ又は生石灰は鹽化水素と化合して夫々食鹽又は鹽化カルシウムなる固體を造りて作用の範圍より除去せらるるを以て此の目的に使用せらる



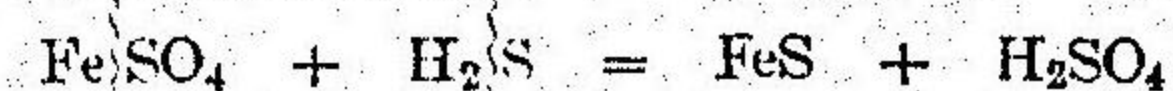
苛性ソーダ 食鹽



生石灰 鹽化カルシウム

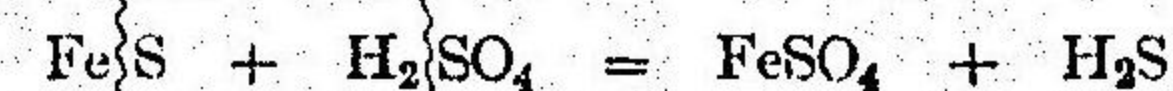
2. 硫酸鐵の水溶液に硫化水素を加へて硫化鐵を造るときアンモニア水を以てアルカリ性となし置くを要す此の理如何

(解) 硫酸鐵の水溶液に硫化水素を加ふれば



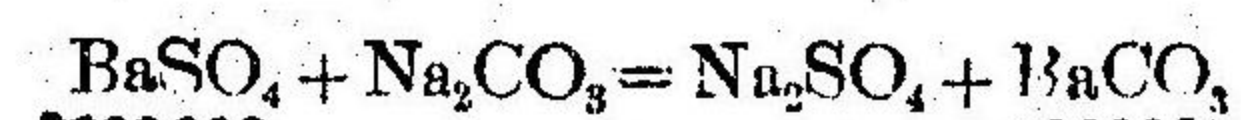
硫酸鐵 硫化水素 硫化鐵 硫酸

の反應起りて硫化鐵を生ずるも直に硫酸と作用して



なる逆作用起る而して硫化水素は氣體なるを以て作用の範圍より逃出し不可逆なる依て硫化鐵は得られず故に硫化鐵を得んには硫酸を除去するを要す之をなすにはアルカリ性になる迄アンモニア水を加へて充分に中和せざるべからず

3. 硫酸バリウムを炭酸ソーダの溶液に加へて煮沸するときは次の反應を起して一部分炭酸バリウムに變ず



此の反應によりて硫酸バリウムの全部を炭酸バリウムに變せしめんには如何になすべきか

(解) 斷へず炭酸ソーダの濃度を増し硫酸ナトリウムの濃度を減すれば遂に硫酸バリウムは全部炭酸バリウムに變ずべし之をなすには硫酸ナトリウム及び炭酸ソーダを有する溶液を濾去して殘留せる沈澱(硫酸バリウム及び炭酸バリウムの混合物)に炭酸ソーダの溶液を加へて煮沸し又た之を繰り返すこと數次なれば可なり。



の可逆反應の平衡に於て水素の一部分を取り去るとは如何なる現象を起すか又た水素を新に他より加ふるときは如何

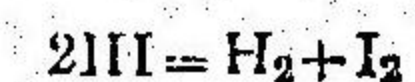
(解) 初めの場合に $2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$

の反應起りて水素を生ずべしその理由は今平衡状態に於ける

HIの濃度 = a H₂の濃度 = b I₂の濃度 = c とすれば

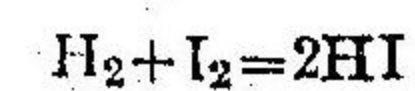
$$\frac{a^2}{bc} = K \quad (640 \text{ 頁参照})$$

の關係あり此の式中Kは常數なれば水素の一部分を取去りその濃度(b)を減するときは $\frac{1}{b}$ が大なる故に $\frac{a^2}{c}$ が減せざれば $\frac{a^2}{c} \times \frac{1}{b}$ (即ち $\frac{a^2}{bc}$) が常數とならず即ち c (I₂の濃度)を増し a (HIの濃度)を減すべし故に



の正反應進行するなり

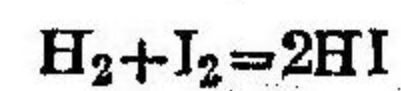
次の場合は



の逆反應起りて水素の量を減じ沃化水素の量を増すべし

何となれば $\frac{a^2}{bc} = K$

にて水素の濃度(b)を増すにより $\frac{1}{b}$ が小なる然らば $\frac{a^2}{c}$ を増さ
れば $\frac{a^2}{c} \times \frac{1}{b}$ (即ち $\frac{a^2}{bc}$) が常數ならす故に a(HIの濃度)を増
し c(I₂の濃度)を減すべし即ち



の逆反應進行するなり

5. 醋酸一瓦分子にアルコール n 分子を加ふるときは醋酸エチル幾瓦分子を生じて平衡するか

(解) x 瓦分子の醋酸エチルを生じて平衡せりとすれば此のまきに於ける

醋酸の濃度 = 1-x アルコールの濃度 = n-x

醋酸エチルの濃度 = 水の濃度 = x

なり依て

$$K = \frac{(1-x)(n-x)}{x^2} = \frac{1}{4}$$

の關係あり之れより x を求むべし。

$$4(1-x)(n-x) = x^2$$

$$3x^2 - 4(n+1)x + 4n = 0$$

$$x = \frac{4(n+1) - \sqrt{16(n+1)^2 - 48n}}{6}$$

$$= \frac{2}{3} \left\{ (n+1) - \sqrt{n^2 - n + 1} \right\}$$

6. 醋酸一瓦分子, アルコール n 分子に水 m 瓦分子を混ずるときは醋酸エチル幾瓦分子を生じて平衡するか

(解) 求むる量を x とすれば平衡のまきの

醋酸の濃度 = 1-x アルコールの濃度 = n-x

醋酸エチルの濃度 = x 水の濃度 = m+x

依て

$$K = \frac{(1-x)(n-x)}{x \times (m+x)} = \frac{1}{4}$$

の關係あり

$$4(1-x)(n-x) = mx + x^2$$

$$3x^2 - 4(n+m+1)x + 4n = 0$$

$$x = \frac{4(n+m+1) - \sqrt{16(n+m+1)^2 - 4 \times 3 \times 4 \times n}}{6}$$

$$= \frac{2}{3} \left\{ n+m+1 - \sqrt{n^2 - n + 1 + 2m(n+1) + m^2} \right\}$$

第三章 解離論

第一節 熱離

23. 熱離(又は熱解離 Thermolysis or Thermal dissociation)

第88頁90頁に於て述べたるが如く試験管に鹽化アンモニウムの結晶を入れて熱するときはその結晶は氣化して管の冷却せる部に至り更に白色の結晶末となりて凝結するを見るべし此の作用を昇華 Sublimation と云ふ而して此の試験を行ふに際し管口に濕ふたる赤色試験紙を置くときは管の次第に熱せらるるに従ひ先づ青色に變じ暫くにして再び赤色に復するを檢せらる之れ鹽化アンモニウムの熱の爲めに氣化するに當り鹽化水素とアンモニアとに分解し輕きアンモニアが先づ上方に逃れ出づるにより赤色試験紙を青變し遂に重き鹽化水素が來りてその青變したるものを再び赤變するによる而して温度下降すれば此く生じたる二氣體は次第に化合して元の鹽化アンモニウムを造る。その昇華せる白色の結晶末は即ち之れなり

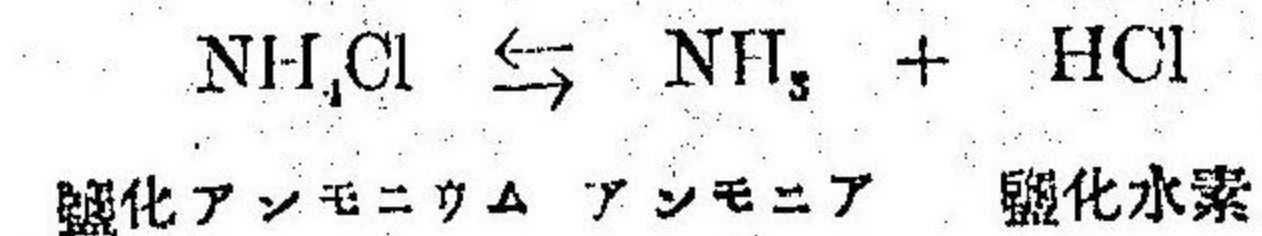
此の如く物質がある状況の變によりて分解しその状況舊に復するときは再び化合して元の物質を造り得べき分解を稱して解離と云ひ熱によれる解離を特に熱離

と名く

勿論解離は可逆反應なり

而して熱離の時は温度の如何により解離の度を異にするものにして温度高くなるに従ひその度を増し遂に盡く解離するに至るべく温度降ればその分解物質次第に化合して元の物質を造るべし故にある温度にありては此等の正逆二反應互に平衡して分解物質と元の物質とが共存し各の濃度は或る割合を保持すべきなり

前例の鹽化アンモニウムの熱離を示す方程式は



ある温度にて正逆兩反應が相平衡したるとき NH_4Cl , NH_3 , HCl の濃度を各 a, b, c としその平衡の常数を K とせばその平衡の式は次の如し

$$\frac{bc}{a} = K$$

而して解離によりて生ずる NH_3 と HCl との濃度は同一なるべきが故に此の場合にては

$$b=c$$

にして平衡式は

$$\frac{b^2}{a} = K$$

となり同一の温度にありては K は常數なり之を解離常數 Dissociation constant と名く。

問題

1. 鹽化アンモニウムの熱離の平衡に於て鹽化水素を除去すればその状態は如何になるべきか

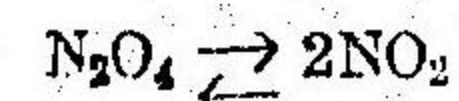
(解) 第643頁の問題4に於ける沃化水素の熱離の場合と同様にして鹽化水素を除去すれば $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$ の反應進行し益々解離の度を増加すべし(第641頁問題1参照)

2. 前題に於て若しアンモニアを更に他より加ふれば如何

(解) アンモニアを他より加ふれば $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ なる逆作用進行し解離の度を減少するなり

3. 過酸化窒素(化學式 NO_2)の氣體比重は温度26度に於きては空氣に對して3.2なるも次第に温度の上昇するに従ひ小となり温度140度に至りて1.6となる此の現象を説明せよ

(解) 之れ過酸化窒素(NO_2)が次の如き熱離をなすによる



今 N_2O_4 の示す分子量は $14 \times 2 + 16 \times 4 = 92$ にしてその水素に對する比重は $\frac{92}{2} = 46$ なればその空氣に對する比重は $\frac{46}{14.4} = 3.2$ なり
 又た NO_2 にありては空氣に對する比重は前者の $\frac{1}{2}$ にして1.6なり
 故に26度に於ては比重3.2なる N_2O_4 (四酸化窒素)のみ存在するも温度の昇るに従ひ次第に分解して NO_2 (二酸化窒素、比重1.6)を混するにより比重を減少し遂に140度に至れば益々分解するが故に比重1.6となるなり(第284頁を参照せよ)

第二節 電解

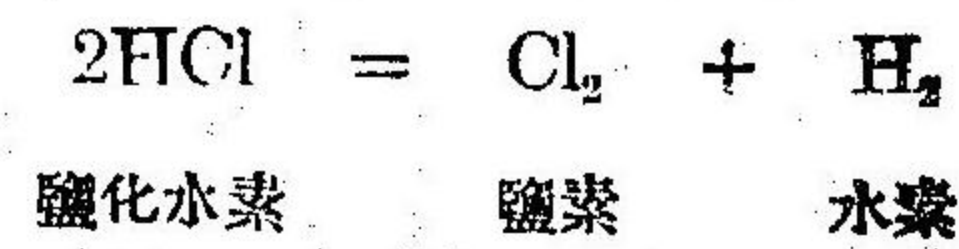
24. 電解 Electrolysis

諸物質に電流を通ずるときは電氣を傳導するものと否らざるものとあり純粹の水及びアルコール、エーテル等有機化合物の水溶液は概ね電氣を傳導せず此の如き物質を非電解質 Non-electrolyte と稱す

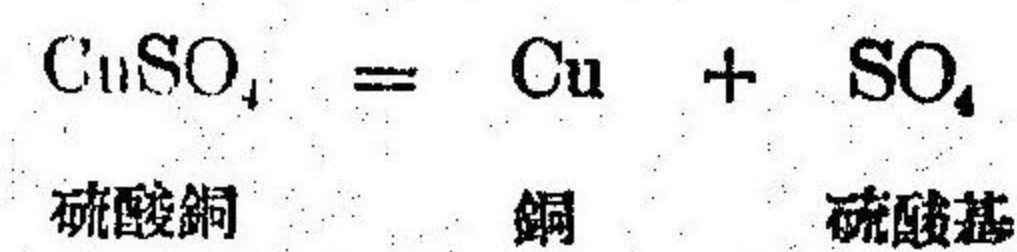
而して電氣を傳導するものに二種ありその一は金屬單體の如く電氣を只だ傳ふるのみにして化學的變化を起さざるものなりその二は電氣を傳ふると同時に化學的變化を起すものにして熔融せる無機鹽類及び酸鹽基鹽の水溶液等なり此の種の物質を電解質 Electrolyte と名け電氣によりて分解せらるる現象を電解と稱す

而して總て電解質が電流の爲めに電解せらるるには必らず液體となさざるべからず例へば固體の酸化アルミニウムは電氣を傳へず又だ電解作用も起さざるも之を熔融して液體となせば電氣を傳導し此の物は爲めに酸素とアルミニウムとに分解せらる(第373頁参照)

又た鹽化水素(氣體)は電解せられざるも之を水に溶解して鹽酸となせば電氣を傳導して鹽素と水素とに分解せらるゝなり



又た硫酸銅(固體)を水に溶かせる溶液に電流を通すれば容易に電解せられて銅と硫酸基(SO₄)とを生ず

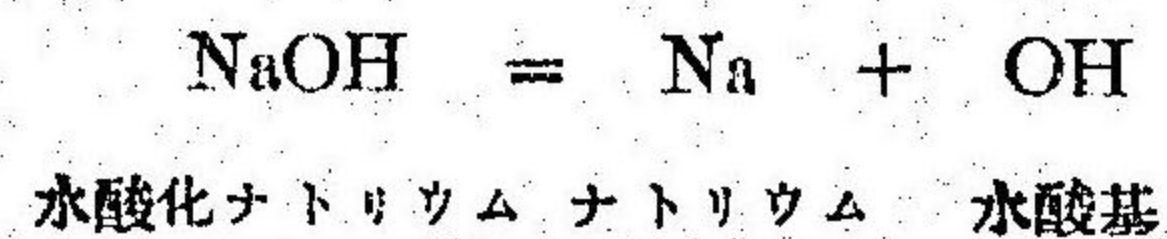


此の硫酸基は遊離の有様にて存在し能はざるにより直ちに水と作用し

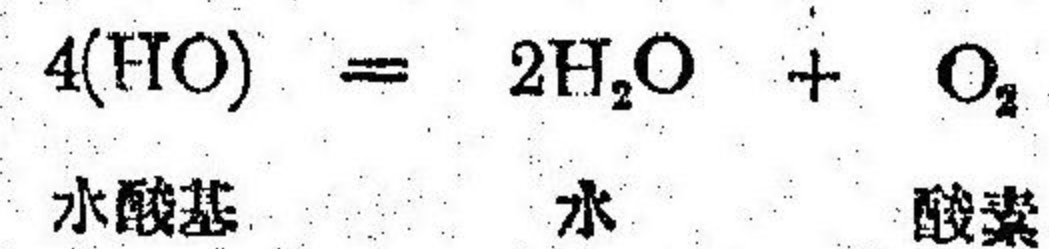


の變化を起して硫酸と酸素とを生ず

今水酸化ナトリウム(鹽基)の水溶液に電流を通すれば



の變化起りてナトリウムと水酸基とに分解せらる水酸基は遊離して成立すると能はざれば直に水と次の反應を起し



水と酸素とを生ず而してナトリウムも直ちに水に反應して



水酸化ナトリウムと水素とを生ず

此の如く電解質の水溶液は電流によりて先づ必らず两部分に分解せられ一は陽極 Anode (電池の陽極と結ぶ極)他は陰極 Cathode (電池の陰極と結ぶ極)に現はる而してその分解物が基或は水に作用し易きものなれば直ちに水に反應してその結果物がその極に出現するなり一般にその陰極に現はるるものは水素及び金屬にして陽極に出づるものは非金属及酸基なりその例を掲げば次の如し

電 解 質	陰 極	陽 極
鹽化水素	水 素	鹽 素 (水に飽和したる後出づ)
硫 酸 銅	銅	硫酸基 (直ちに水に作用して酸素を出す)
{ 水 酸 化 ナトリウム	ナトリウム { 直ちに水に作用して水素を出す	水酸基 (直ちに水に作用して酸素を出す)

25. 電解の副作用(二次作用) Secondary reaction of electrolysis

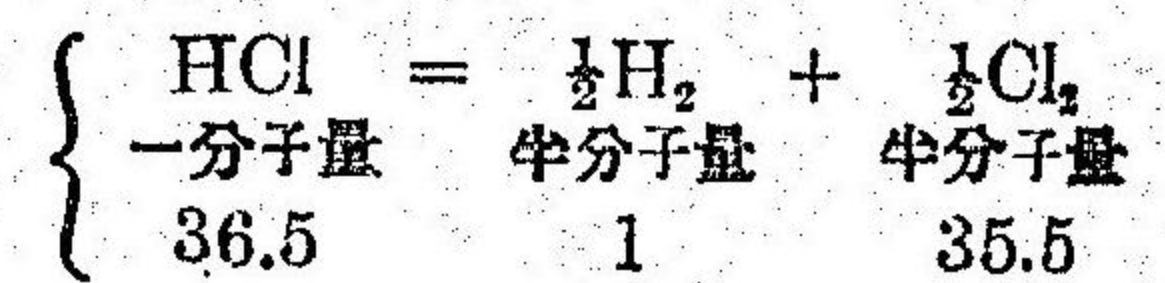
前に述べたる硫酸銅及び水酸化ナトリウムの場合の如く電解質の水溶液が電解せらるるに當り陰陽兩電極に現出するものが水に作用せらるるもの又は基なるときは直ちに水に作用してその結果物がその電極に現はる此の現象を電解の副作用(又は二次作用)と云ふ

26. 電解質の電氣傳導度 Electric conductivity of electrolyte

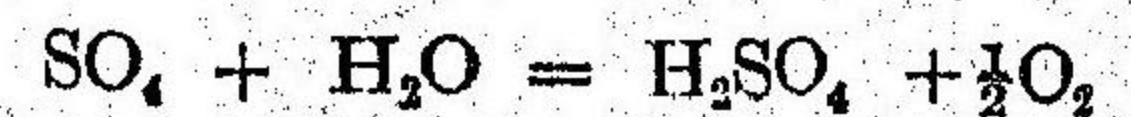
電解質の水溶液の電氣を傳導する割合即ち傳導度はその溶質の種類によりて大に差異あり鹽化水素、硝酸の如き強き酸類水酸化ナトリウムの如き強きアルカリ類及び強き酸とアルカリとの中和によりて生せる鹽類(鹽化ナトリウム又は硝酸ナトリウムの如き)の水溶液は概してその割合大なるも醋酸の如き弱き酸及びアンモニアの如き弱きアルカリの水溶液はその割合小なり

27. 電解の定律 Faraday's law of electrolysis

電流を電解質の水溶液に通じて陰陽兩極に現はるる分解物質の量を檢するに各の當量に正比例するを見る例へば鹽酸を電解すれば陰極に水素陽極に鹽素を析出しその量の割合は各の當量の比(1:35.5)に等しきなり即ち



硫酸(H₂SO₄)の水溶液のときは陰極に水素一分子量即ち2量(H₂)を出し陽極は(SO₂)を出す此の(SO₂)は水と副作用を起して



の反應を起し酸素半分子量即ち16量($\frac{1}{2}\text{O}_2$)を析出す故にその兩氣體の量の割合は

水素 酸素

2 : 16

即ち 1 : 8

にしてその各の當量の比に均し

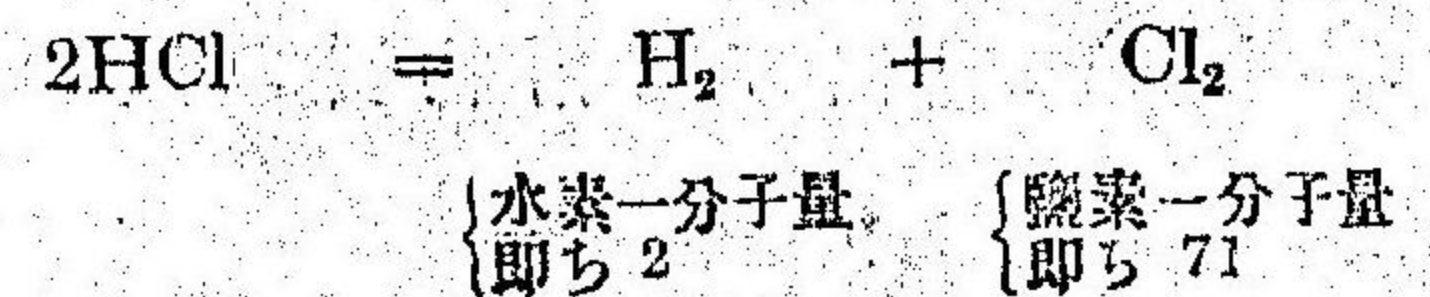
又た種々の電解質の水溶液を入れたる電解器數個を連接し一定時間之に電流を通ずるときは同量の電氣が各溶液中を通過せらるべきなり而して此の際各陰陽兩極に現出せる物質の量を檢せば各の當量の割合なるを認めらる

此の事實はフアラデー氏(Faraday)の發見せるものにして之をフアラデーの電解の定律と稱す即ち

同一の電流を種々の電解質の水溶液に通ずるときは等しき時間にその各電極に現出する物質の量は各當量に正比例す

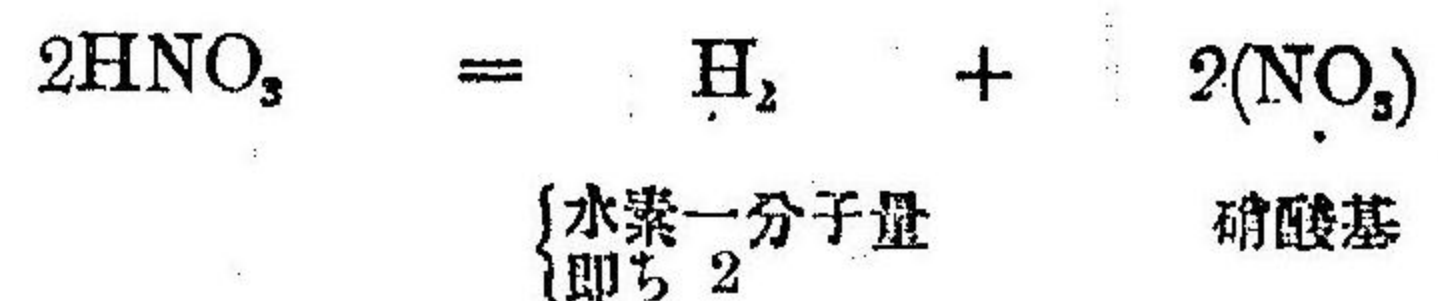
例へば今鹽化水素(HCl)、硝酸(HNO₃)、硫酸銅(CuSO₄)の各水溶液に同一の電流を或時間通するとき各電極に現出する物質の量の割合は次の如し

鹽酸にては前に述べたるが如く(第652頁参照)

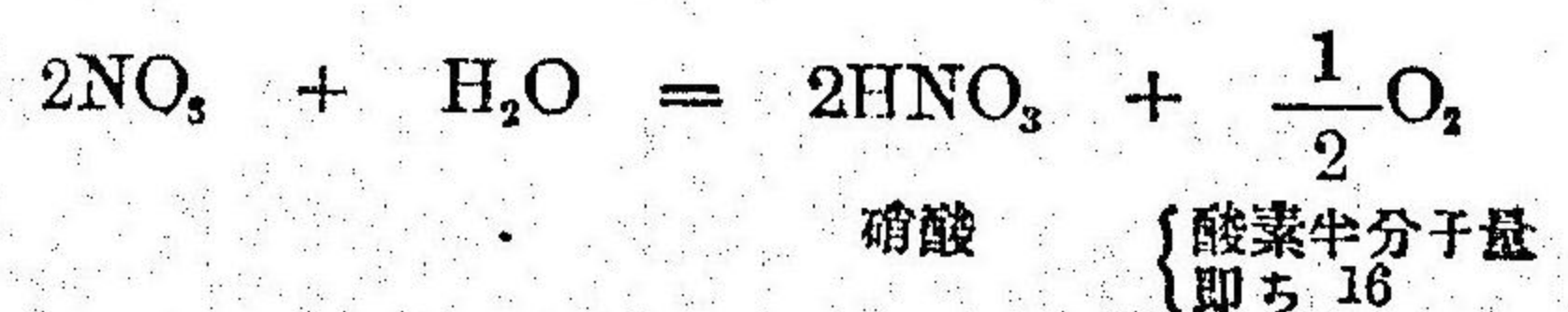


の反應起りて水素は陰極に鹽素は陽極に現はれその量の割合は水素2量に就き鹽素71量なり

硝酸にては先づ



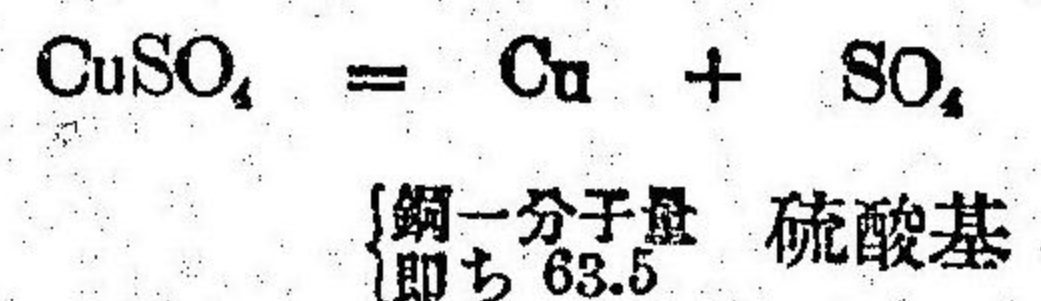
の反應起り水素は陰極に現はる而して $2(\text{NO}_2)$ は直ちに水と副作用を起して



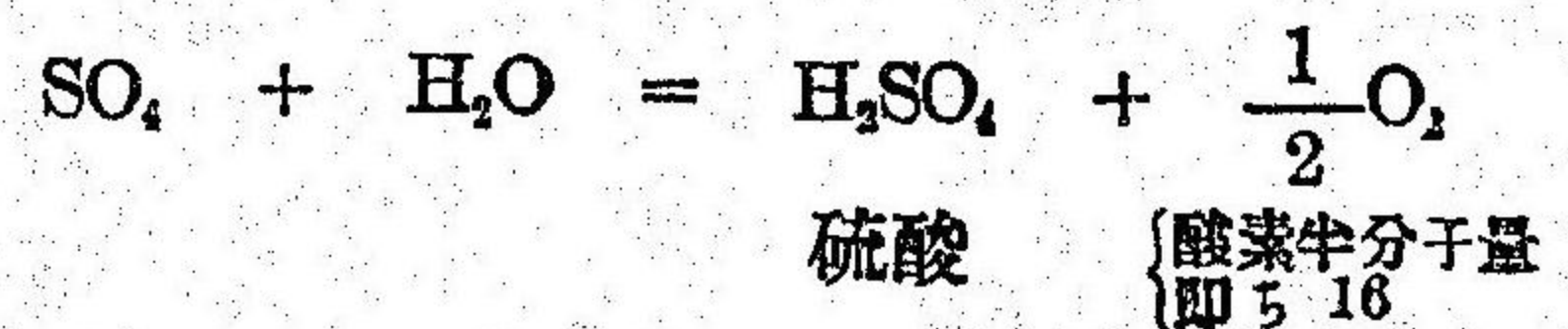
斯くて生じたる酸素は陽極に現はる

此の際陰陽兩極に現出する兩氣體の量の割合は水素2量に就き酸素16量なり

硫酸銅にては先づ



の反應起り銅は陰極に現はる而して SO_4 は直ちに水と副作用を起して



斯くて生ぜる酸素は陽極に現はる

故にその兩極に現出する兩物質の量の割合は銅 63.5量に就き酸素16量なり

之れによりて各溶液に同一の電流を通じ鹽酸の陰極より水素一瓦を析出する時間に各電極に現はるべき物

質の量は次の如くあるべきなり

電 解 質	陰 極	陽 極
鹽 化 水 素	水 素 1 瓦	鹽 素 35.5 瓦
硝 酸	水 素 1 瓦	酸 素 8 瓦
硫 酸 銅	銅 31.75 瓦	酸 素 8 瓦

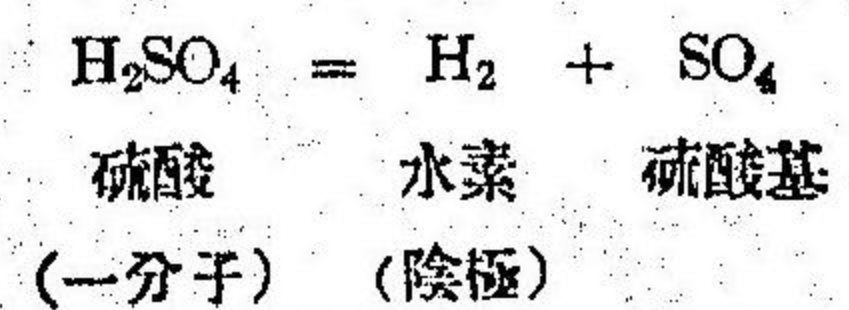
今水素の當量は1,酸素の當量は8,鹽素の當量は35.5,銅の當量は31.75なれば以上の分解物の量は各當量に等しきなり

而して實驗に徴するにその誤らざるを知る

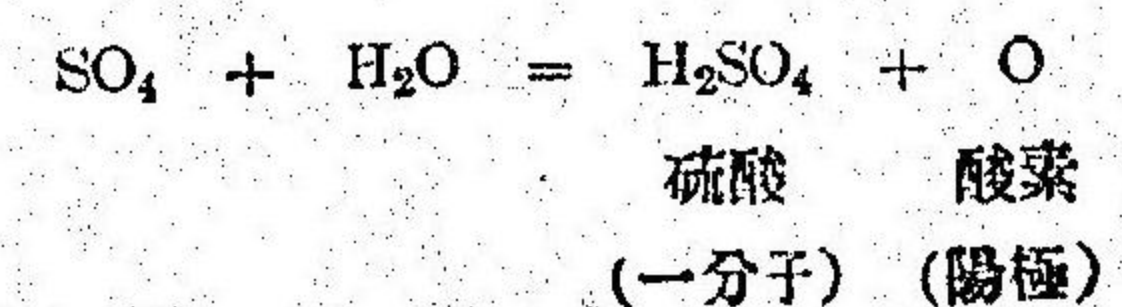
問 題

1. 硫酸の水溶液に電流を通すれば陽極に酸素を出し陰極に水素を出すも硫酸の量に變化を來さざるべし此の理如何

(解)



の電解起るも SO_4 は直に水と副作用を起す即ち

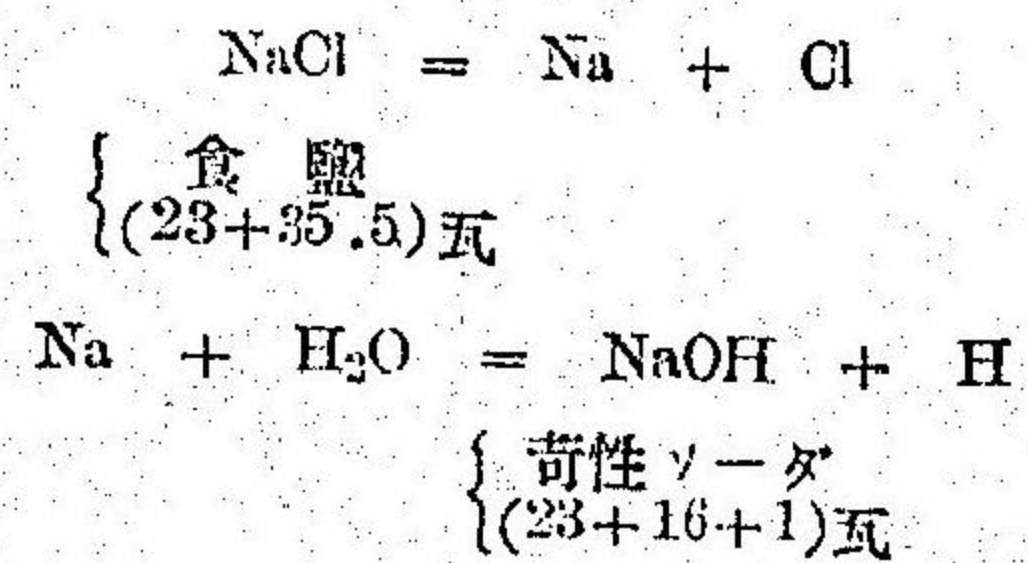


硫酸の同量を生ず

2. 100 瓦の食鹽 (NaCl) を含有せる水溶液を電解すれ

ば幾瓦の苛性ソーダを得べきか

(解)



即ち食鹽 23+35.5=58.5 瓦より苛性ソーダ 23+16+1=40 瓦を得べき割合なり故に 100 瓦の食鹽より生すべき苛性ソーダの量は

$$\frac{40}{58.5} = 100 = 68.38 \text{ 瓦 なり}$$

3. (甲)硫酸銅(乙)硝酸銀の各水溶液中に同一の電流を通じて(甲)液より 1 瓦の銅を析出する毎に(乙)液より 3.4 瓦の銀を得たりと云ふ銅の當量及び原子價を求め但し銀(一價)の原子量は 108 にして銅の原子量は 63.6 なりとす。

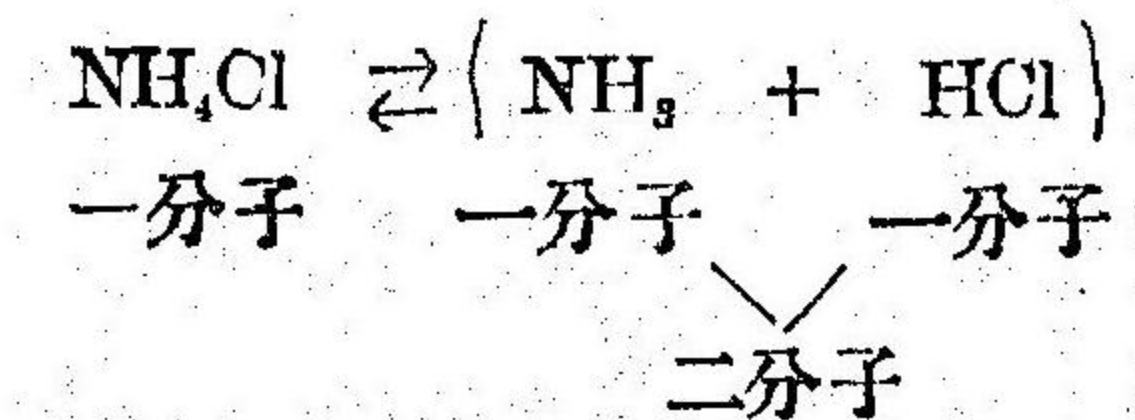
(解) 同一の電流を同時間通じて(甲)液より 1 瓦の銅を、(乙)液より 3.4 瓦の銀を得たるが故に此等の量は各當量に正比例すべし(電解の定律による)而して銀は一價なるを以てその當量は原子量と等しくして 108 なり依て銅の當量は $\frac{1}{3.4} \times 108 = 31.8$ にして原子價は $\frac{63.6}{31.8} = 2$ なり

第三節 電離

28. 電離説 Theory of electrolytic dissociation

鹽化アンモニウム (NH_4Cl) を熱して氣體となしその水素に對する比重を測り之を二倍して分子量を求めば殆んど 26.75 を得 NH_4Cl の示す量 $14+4 \times 1+35.5=53.5$ の半な

るを見る之れ鹽化アンモニウムの一分子 (NH_4Cl) が熱せられてアンモニア一分子 (NH_3) と鹽化水素一分子 (HCl) とに解離し

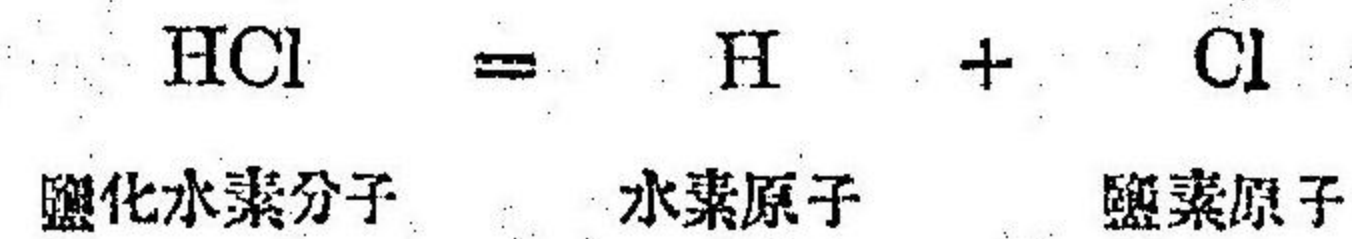


即ち一分子が二分子となるによりその分子量が二分の一となれる如き觀をなすなり然れ共その 26.75 は氣體鹽化アンモニウムの分子量にあらずしてアンモニア ($\text{NH}_3=17$) の分子量 17 と鹽化水素 ($\text{HCl}=36.5$) の分子量 36.5 との平均數

$$\frac{17+36.5}{2} = 26.75 \text{ なり}$$

第一章第六節(第 618 頁)に於て述べたるが如く無機化合物(即ち電解質)の水溶液の呈する滲透壓及び沸點の上昇、結氷點の降下は何れもその濃度に比例せずして稀薄となるに従ひ著しく増加し同濃度の有機化合物(即ち非電解質)の水溶液が呈するものに殆んど二倍乃至三倍せるなり即ち稀薄なる水溶液にありては電解質の一分子は二分子乃至三分子に近き作用をなすものにして恰も鹽化アンモニウムの一分子が熱離の爲めに二分子の如き作用をなすものに類似す

例へば鹽化水素の如き電解質の水に溶解するときは



の變化起りて鹽化水素が分解して水素原子と鹽素原子となり各原子が水溶液中にて遊離し分子の如き作用をなすも非電解質は此の如き分解をなさざるを考ふれば此の溶液の性質を容易に解釋するを得べし

然れ共此の種の原子は水溶液中に於てのみ存在し分子の如き作用をなすにより勿論普通の原子とは異なるべく又た此種の水素及び鹽素は水溶液中にて化合せず遊離し得るを以て普通の水素分子及び鹽素分子(互に化合し易きものなり)とも同じからず即ち此種の原子は普通の原子及び分子にあらずして水溶液中に於て分子の如き作用をなすものなり

次に此種の原子は各異種の電氣を有するものとせば以上の差異を明かにするを得べし之れ普通の原子及び分子は電氣を有せざればなり且つ此の如く假定すれば電解の現象を簡明に了解し得らる

即ち鹽化水素の一分子は水溶液に於て水素元素と鹽素元素とに分解し水素は陽電氣を荷^つひ鹽素は陰電氣を荷ふ而してその荷ふ所の電氣の量は相等しきものとす然らばその分解物は電氣を有し居るものなれば普通の分子とは全く異なりその性質を現はさざるや勿論なり

此の如く溶液中に於て電氣を荷ひ居るものをイオン Ion と名け水素イオンの如き陽電氣を荷ふものを陽イオン Positive ion (或はカチオン Cathion) と云ひ鹽素イオンの如き陰電氣を荷ふものを陰イオン Negative ion (或はアニオン Anion) と云ふ

而して陰陽兩イオンは必らず水溶液中に共存し溶液を出づればその陰陽兩電氣は直に相中和して電氣を失ひ元の化合物となる之れ恰も鹽化アンモニウムが熱せられてアンモニアと鹽化水素とに分解し冷却すれば再び化合して元の物質となるに類似す故に此の種の分解も一種の解離なり

此の如く二種のイオンに解離する現象を電氣解離或は單に電離と稱す

電離は電解質の水溶液に於て見る所にして非電解質の水溶液に於ては此の如きとなじとす

以上は溶液の種々の現象を説明せんが爲めに特に設けたる假説にして之を電離説或はイオン説 Ionic theory と云ふ。

29. イオンの種類

電解質が電離をなすに當り金屬元素(水素も含有す)は陽イオンとなり非金屬元素酸基、水酸基は陰イオンとなる例へば

電 解 質	陽 イ オ ン	陰 イ オ ン
鹽化水素 (HCl)	水 素 (H)	鹽 素 (Cl)
鹽化ナトリウム (NaCl)	ナトリウム (Na)	鹽 素 (Cl)
水酸化カリウム (KOH)	カリウム (K)	水 酸 基 (OH)
硝 酸 (HNO ₃)	水 素 (H)	硝 酸 基 (NO ₃)
硫 酸 銅 (CuSO ₄)	銅 (Cu)	硫 酸 基 (SO ₄)

今 H, Cl, K 等の如き原子が電氣を荷ひたるときは之を單イオン Simple ion と云ひ (SO₄), (OH), (NO₃) 等の如き基が電氣を荷ひたるときは之を複イオン Compound ion と云ふ

故に陽性單イオンとなる元素を金屬元素と云ひ然らざる元素を非金屬元素と云ふを得べし而して水素は陽性單イオンとなるを以て金屬元素なりとす

30. イオンの價 Valency of Ion

水素イオン, 鹽素イオン, 硝酸イオン (NO₃) の如き一價の元素及基よりなれるイオンを一價イオンと云ひ銅イオン, 硫酸イオン (SO₄) の如き二價の元素及基よりなれるイオンを二價イオンと云ふ而して二價イオンの有する電氣の量は一價イオンの有する量の二倍となす

即ちイオンの價はその原子及び基の價に等し

31. イオンの符號 Symbols of Ions

イオンを表はすに次の符號を用ふ

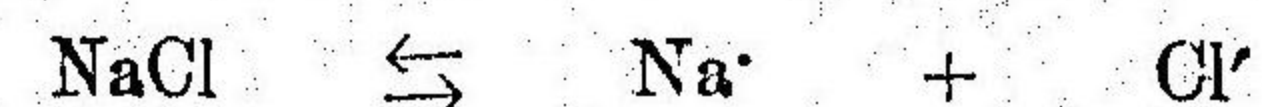
一價陽イオン ⁺ 又は + 水素イオン H ⁺ , H ⁺ カリウムイオン K ⁺ , K ⁺ 銀イオン Ag ⁺ , Ag ⁺	一價陰イオン ⁻ 又は - 鹽素イオン Cl ⁻ , Cl ⁻ 水酸イオン (OH) ⁻ , (OH) ⁻ 硝酸イオン (NO ₃) ⁻ , (NO ₃) ⁻
二價陽イオン ⁺⁺ 又は ++ 亜鉛イオン Zn ⁺⁺ , Zn ⁺⁺ 銅イオン Cu ⁺⁺ , Cu ⁺⁺	二價陰イオン ⁻⁻ 又は -- 硫酸イオン (SO ₄) ⁻⁻ , (SO ₄) ⁻⁻ 炭酸イオン (CO ₃) ⁻⁻ , (CO ₃) ⁻⁻
三價陽イオン ⁺⁺⁺ 又は +++ 鐵イオン Fe ⁺⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	三價陰イオン ⁻⁻⁻ 又は --- 磷酸イオン (PO ₄) ⁻⁻⁻ , (PO ₄) ⁻⁻⁻

32. 電離を示す方程式

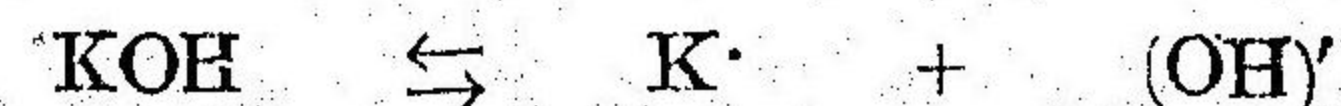
電離を示すに次の如き方程式を用ゆ



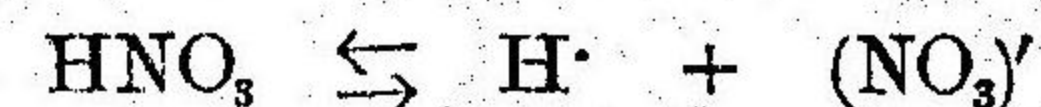
鹽化水素 水素イオン 鹽素イオン



鹽化ナトリウム 「ナトリウム」イオン, 鹽素イオン



水酸化カリウム 「カリウム」イオン 水酸イオン

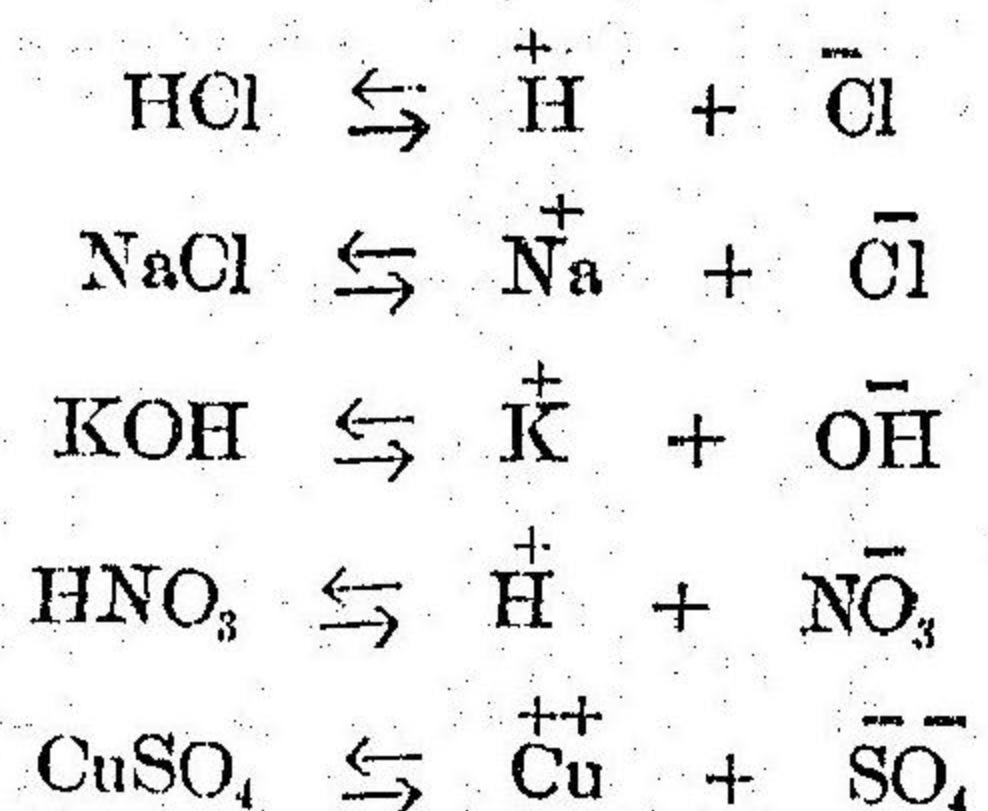


硝酸 水素イオン 硝酸イオン



硫酸銅 銅イオン 硫酸イオン

又た以上の方程式の代りに次の方程式を用ふるとあり



33. 電解の説明

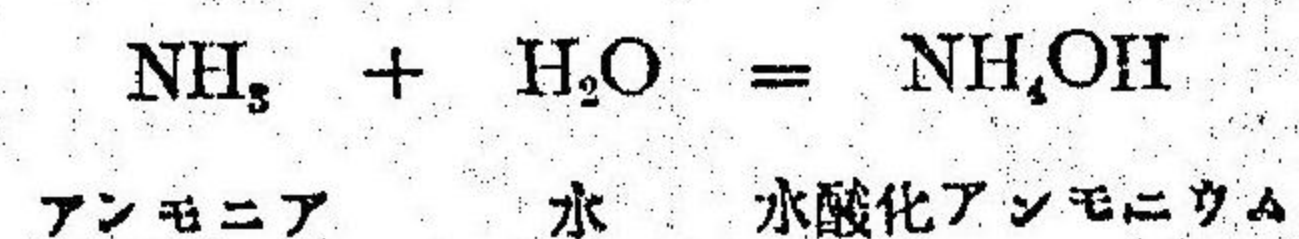
イオン説によれば電解の現象を簡明に了解し得べし
電解質例へば鹽化水素(HCl)の水溶液にありてはその
分子は水素イオン(陽)と鹽素イオン(陰)とに解離せらる而
して之に電流を通すれば陽電氣を有する水素イオンは
陰極の陰電氣に引かれて陰極に到り電氣を失ひ(之れ陰
極の陰電氣によりて中和せらるゝによる)通常の水素單
體となりて發生す、陰電氣を有する鹽素イオンは陽極の
陽電氣の爲めに陽極に引かれて電氣を失ひ(即ち陽極の
陽電氣にて中和せらる)通常の水素單體となりて遊離す
るなり、之れによれば電流は電解質を分解するにあらず
してその水溶液中に既に存在せる陰陽兩イオンを、各反
對の電氣を有する極に引きて電氣を中和し通常の水素單
體となして發出せしむるの作用をなすに過ぎず而して此
の現象を電解と云ふなり故に非電解質の如き水溶液に
於てイオンに解離し居らざるものは電解せらるゝとな
きは勿論なり。

34. 酸、アルカリ及び中和 Acids, alkalis and the neutralization

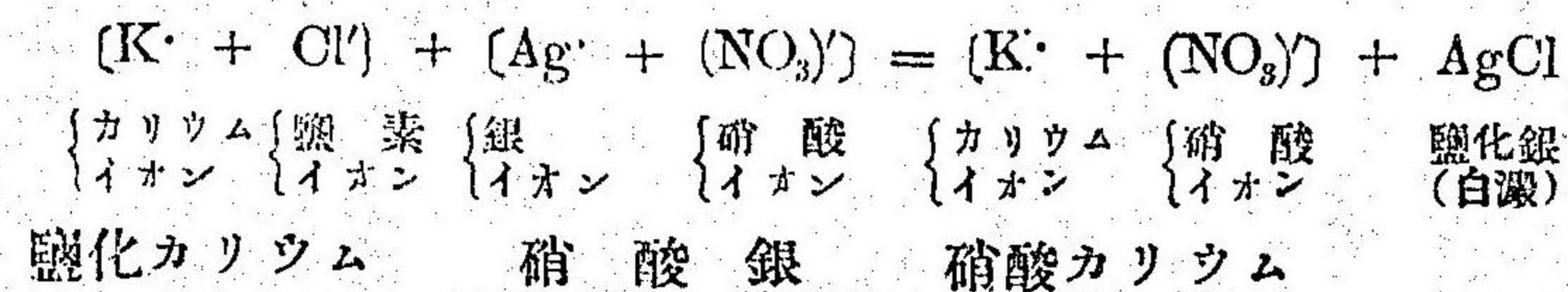
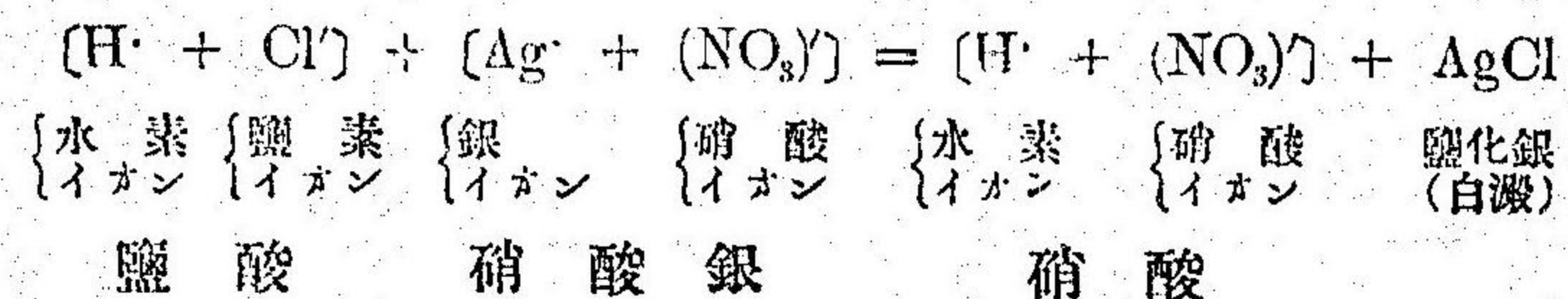
イオン説によれば酸、アルカリの性質及その中和の現象は次の如く示さるるなり

酸とは水に溶解して水素イオンを生ずる物質にして酸性反應は此の水素イオンの作用によるものなり故に酸の強弱は水素イオンの多少による即ち鹽酸、硝酸の如きは稀き水溶液に於て殆ど全く解離して水素イオンを多く生ずべきにより強酸にして醋酸の如きは同一濃度の溶液に於て僅かに解離し水素イオンの量少きを以て弱酸なり

アルカリとは水に溶解して水酸イオンを生ずる物質にしてアルカリ性反應は此の水酸イオンの作用によるものなり故にアルカリの強弱は水酸イオンの多少による即ち水酸化ナトリウム、水酸化カリウム等は稀き水溶液に於て殆ど全く解離して水酸イオンを多く生ずべきを以て強きアルカリなり而して弱きアルカリなるアンモニア水にありてはアンモニアは水と化合して



の反應を起し水酸化アンモニウム(NH₄OH)なる化合物を造り此の物質が水溶液中に於て僅かに解離し少量の水酸イオンを生ずるならん



而して以上の反應は鹽素イオンの反應なれば此イオンを有する鹽化物の水溶液に特有のものなり故に鹽素元素を有するも鹽素イオンを造らざる物質の水溶液は決して上の如き反應を呈せざるべし例へば鹽素酸カリウム(KClO₃)は鹽素元素(Cl)を有するもその水溶液にありてはカリウムイオン(K⁺)と鹽素酸イオン(ClO₃⁻)とのみを造りて鹽素イオンを造らざるにより之に硝酸銀の水溶液を加ふるも白澱(鹽化銀)を生ずるとなきなり

36. 溶液の色 The colour of Solutions **イオンの色** Colour of Ions

溶液の色は通常その中にある溶質の状態に關係す即ち溶質が電離せざる時は溶質の分解せざる分子の色を呈すれども溶質が全く電離し居るときは陰陽兩イオンの混合色を呈す依て兩イオンの中一方のみ有色なればその色を溶液に與ふべし而して溶質の一部分電離せる場合には溶液の色はイオンの色と未分解分子の色との混合なり。

例へば鹽化コバルト CoCl₂の無水なる固體は深青色にして之に甚だ少量の水を加ふるも依然深青色なり然るに更に少量の水を加ふれば紫色(深青色に少量の紅色を混ぜし色)となり尙ほ水を加ふれば遂に紅色に變ずべし是れ最初甚だ少量の水を加へたるときは鹽化コバルトは殆ど電離し居らざれば分解せざる分子の色即ち無水のときの色(深青色)を與ふるも水の量多くなるに従ひ溶液が益々稀薄となるにより電離の割合を増し未分解分子の色を減じコバルトイオン及び鹽素イオンの色を加ふると多くなり遂に全くイオンの色のみとなるによる而して鹽素イオンは無色なればコバルトイオンは紅色なるべし硝酸コバルト Co(NO₃)₂ 又は硫酸コバルト CoSO₄の如き他のコバルト鹽を多量の水に溶解せば何れも紅色の液を得此の場合に於てコバルト鹽は何れも全く電離してコバルトイオンを生じ同時に生ずる硝酸イオン又は硫酸イオンは皆無色なればコバルトイオンの色は紅色なるべきと益々明かなり。

鹽化コバルトをアルコールに溶解するときは電離せざるが故に濃青色を呈す又た鹽化コバルトの水溶液(紅色)にチアン化カリウム(KCN)の水溶液を加へて煮るときは $CoCl_2 + 6KCN + H_2O = K_3Co(CN)_6 + 2KCN + KOH + H$ の變化を起してコバルトイオンはコバルトチアンイオン Co(CN)₆'''

なる無色のイオンに變じ他のイオン $[K, Cl, (OH)]$ は皆無色なれば溶液は無色となるべし。

イオンの多數は無色なり次に有色のイオンの色相を掲ぐ

陽イオン			陰イオン		
第一マンガンイオン	Mn ⁺⁺	淡紅	マンガン酸イオン	(MnO ₄) ⁻	綠
第二マンガン	Mn ⁺⁺⁺	紫赤	過マンガン酸	(MnO ₄) ⁻	赤紫
第一クロム	Cr ⁺⁺⁺	青	クロム酸	(CrO ₄) ⁻	黄
コバルト	Co ⁺⁺⁺	紅	重クロム酸	(Cr ₂ O ₇) ⁻	赤黄
ニッケル	Ni ⁺⁺⁺	綠			
第二銅	Cu ⁺⁺⁺	青			

37. 電離度 Degree of electrolytic dissociation or of ionisation

電解質が水溶液中に於て幾割電離するかはその電解質(溶質)の種類によりて差異あり又た同一の溶質にても溶液の濃度及び温度によりてその電離の割合を異にす

溶液中に存する溶質の全量に對する電離せる部分の割合を電離度と稱す即ち電離度は溶液中に於て溶質全量中の幾割が電離せるやを表はす數にして例へば溶質の全量の八割が電離し居ればその電離度は0.8なりとす

次に種々の稀釋度に於ける電解質の電離度(温度 18°C)を掲ぐ

稀釋度	鹽化水素	硝酸	硫酸	醋酸
1	0.79	0.79(?)	0.52	0.004
10	0.92	0.92	0.59	0.013
100	0.97	0.97	0.80	0.041
1000	0.99	0.99	0.94	0.118
10000	0.99	0.99	0.97	0.308

稀釋度	苛性加里	苛性ソーダ	アンモニア
10	0.89	0.88	0.014
100	0.95	0.95	0.041
1000	0.98	0.98	0.119
10000	0.99	0.99	0.280

稀釋度	{鹽化ナトリウム}	{鹽化カリウム}	{鹽化アンモニウム}	{硫酸カリウム}	{醋酸カリウム}	{鹽化バリウム}
1	0.68	0.76	0.75	0.53	0.63	0.58
10	0.84	0.86	0.86	0.71	0.83	0.76
100	0.94	0.94	0.95	0.87	0.93	0.89
1000	0.98	0.98	0.99	0.96	0.97	0.96
10000	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

以上の表によれば一般に強酸(鹽化水素硝酸)強アルカリ(苛性加里苛性ソーダ)及びアルカリ金屬の鹽類アルカリ土金屬の鹽類は皆電離度大なるも弱酸(醋酸)及び弱アルカリ(アンモニア)は電離度小なり又た何れの場合も稀

釋度大となる(即ち濃度小となる)に従ひ次第にその電離度を増すを見るべし。

38. 電離の平衡 Equilibrium of electrolytic dissociation.

電離は一の可逆反應にしてイオンと電離せざる部分との間に平衡を保持すべし



の電離に於てその平衡の状態に於ける陰陽兩イオン(A'及びB')の濃度を各 a とし、電離せざる AB 分子の濃度を c とすれば鹽化アンモニウムの熱離の場合(第647頁)の如く

$$\frac{a^2}{c} = \mathbf{K} \quad (\text{常數})$$

の關係あり此の常數を電離常數(Constant of electrolytic dissociation or Ionisation constant)と云ふ。

此の溶液中に同じ陽イオン(A')又は陰イオン(B')の何れかを生ずべき物質を加ふるときは a を増すを以て c が大とならざれば此の分數 $\left(\frac{a^2}{c}\right)$ が常數とならず即ちイオンの一部分は會合(解離せるものが結合して元物質を生ずるを會合 Association と云ふ)して元の溶質(AB)を造るべし例へば鹽化コバルトの水溶液(紅色)に食鹽水若くは鹽酸を加ふれば青色に變ずを見ん是れ鹽化コバルトの水溶液には紅色なるコバルトイオンある爲めに紅色を呈せるが食鹽水若くは鹽酸(何れも鹽素イオンを有す)の加はりたるが故に鹽素イオンの量を増加し従てコバルト

イオンと鹽素イオンとが會合して鹽化コバルトの電離せざる分子(その色は青)を生ずるによるなり(第667頁参照)

次に前の平衡の状態に於ける電解質の水溶液に其イオンの何れかを減すべき物質を加ふるときは a を減するを以て c が小となるを要す即ち電離せざる AB の分子は更に電離すべし。例へば苛性ソーダ液と醋酸との中和に於て醋酸の電離度は小にしてその水溶液中には僅かの水素イオンのみを有するも之に苛性ソーダ液を加ふればその中にある水酸イオンが此の水素イオンと化合して、電離し難き水を造るを以て水素イオンの量を減じ従て醋酸は更に電離すべし此くして遂に醋酸は悉く電離して苛性ソーダと中和す即ち醋酸は電離度小なるも苛性ソーダとの中和作用は完結するなり。

今、醋酸ナトリウム $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{Na}$ の水溶液に鹽酸を加ふれば

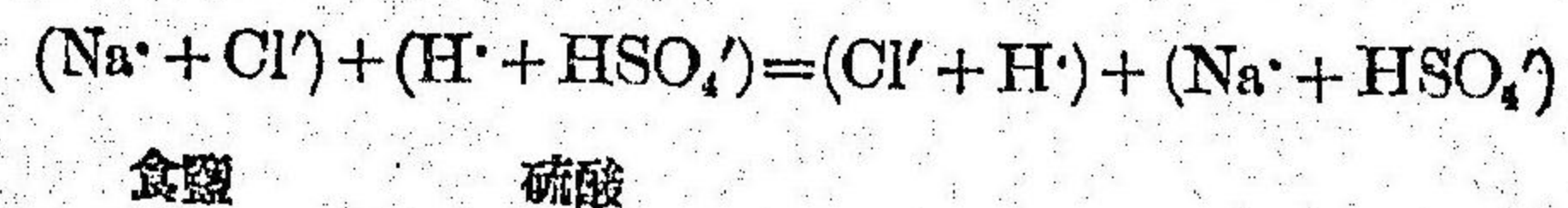


の變化を起す即ち醋酸ナトリウム液中の $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2'$ イオンと鹽酸中の H イオンと會合して電離度の微小なる醋酸 $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{H}$ を生じ Na イオンと Cl イオンとを残す故に此の反應は殆ど不可逆となる依て之を煮れば醋酸を蒸溜し跡に鹽化ナトリウム(NaCl)を残す。

以上の如くして強酸を以て弱酸の鹽を分解してその弱酸を得べし然れどもその弱酸が發揮し易きものなる

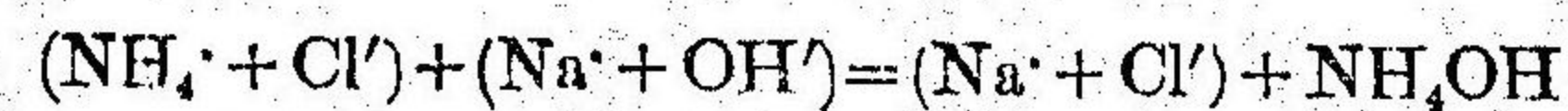
か又は生じたる鹽が沈澱性のものにあらざればその酸を製取すると能はず。

食鹽 (NaCl, 鹽化水素のナトリウム鹽) に硫酸を加へて熱するときは鹽化水素を得(第70頁)るにより硫酸は鹽化水素よりも強き酸なるが如きも實際は然らずして硫酸は不揮發性にして鹽化水素は揮發性なるによる即ち此のときの反應は

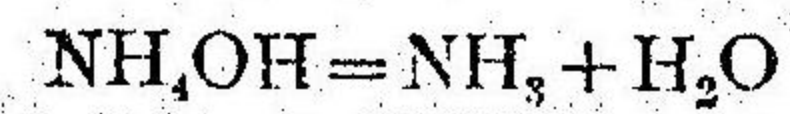


にて示さる而して之を熱すれば H[·] と Cl' とは會合して HCl (鹽化水素) となり揮發して去るなり。

次に弱鹽基の鹽に強アルカリを加ふればその弱鹽基を分離するを得べし例へば鹽化アンモニウム NH₄Cl の水溶液に苛性ソーダ (NaOH) を加ふれば



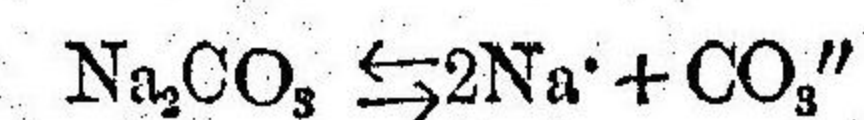
の變化起りて NH₄ と OH' とは會合して NH₄OH (水酸化アンモニウム, 電離の微小なる弱鹽基) を造る而して之を熱すれば NH₄OH は水分を失ひてアンモニアとなりて發散す。



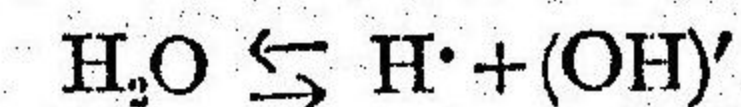
39. 加水分解 Hydrolysis

強鹽基と弱酸との作用によりて生ずべき鹽は水に溶解すれば加水分解をなしてアルカリ性反應を呈す之れ

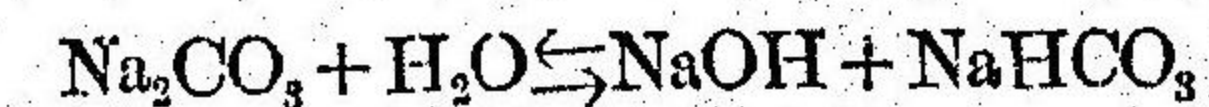
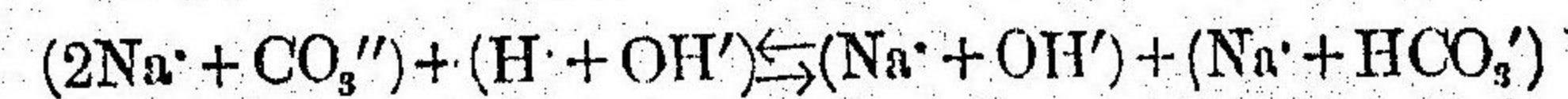
僅かに電離せる水のイオンの作用による。例へば炭酸ナトリウム (Na₂CO₃) は強鹽基なる水酸化ナトリウムと弱酸なる炭酸との作用によりて生じ得べき鹽なり之を水に溶解すれば著しく電離す



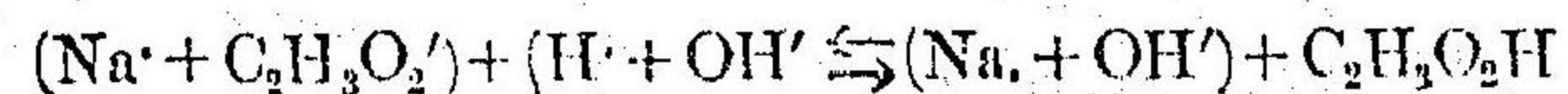
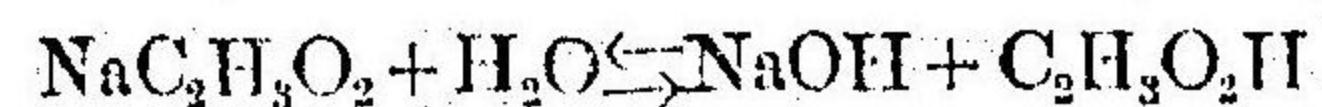
又た水は僅かに電離して



僅少の H[·] と OH' とを生ず而して CO₃'' は H[·] と結合して電離し難き HCO₃' を造りて Na[·] と (OH)' とを残す故に此の液はアルカリ性反應を呈するなり初め水の電離して生ぜし H[·] 及び (OH)' は甚だ僅かなれども H[·] の CO₃'' と結合して減するを以て H₂O は更に電離して H[·] 及び (OH)' を生ず H[·] は生ずるに従ひて CO₃'' と結合し去り (OH)' は益々増加す依て此の溶液は漸次アルカリ性を増す然れども HCO₃' イオンは甚だ微小ながらも電離して H[·] と CO₃'' とを生ずるを以て HCO₃' イオンの生成量が或る度に至ればその解離によりて生ずる H[·] も多くなるべきなり然らば H₂O の電離は中止して加水分解を止むべし。

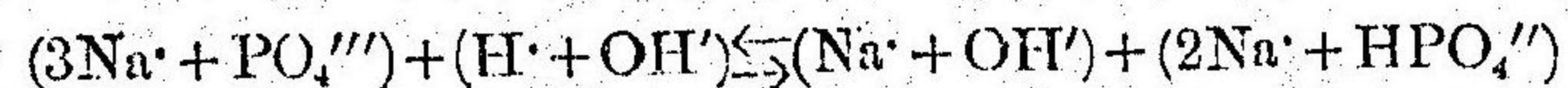


同様の理にて醋酸ナトリウム NaC₂H₃O₂ の水溶液は次の如き加水分解を起してアルカリ性となる



醋酸ナトリウム 水 苛性ソーダ 醋酸

又た同様に磷酸ナトリウム Na_3PO_4 の水溶液は次の加水分解をなすを以てアルカリ性なり

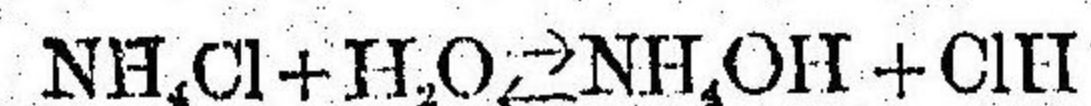
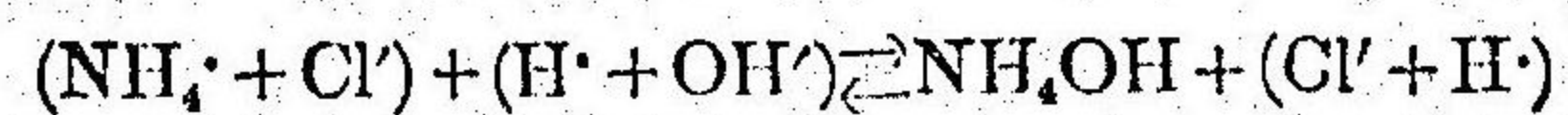


以上の場合と反対に強酸と弱鹽基との化合によりて生ずべき鹽は水に溶解すれば加水分解をなして酸性反應を呈す

例へば鹽化アンモニウム (NH_4Cl) は強酸なる鹽化水素と弱鹽基なる水酸化アンモニウムとの化合によりて生ずる鹽なり之を水に溶かせば著しく電離す

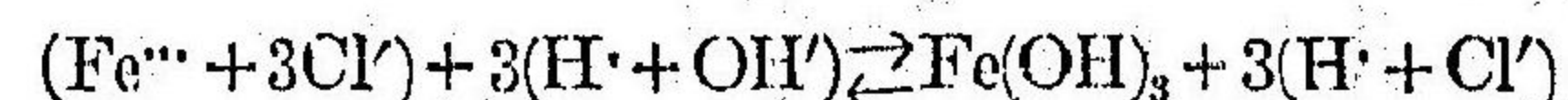
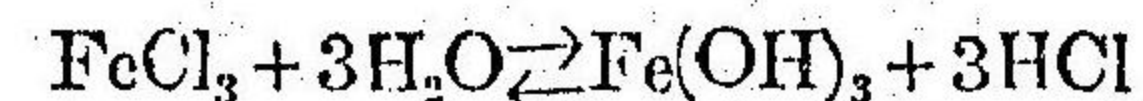


NH_4^{\cdot} (アンモニウムイオン) は水の電離によりて生ずる OH^{\cdot} と化合して電離度の甚だ小なる水酸化アンモニウム NH_4OH を造り H^{\cdot} (水素イオン) を残す故に此の溶液は酸性を呈するなり



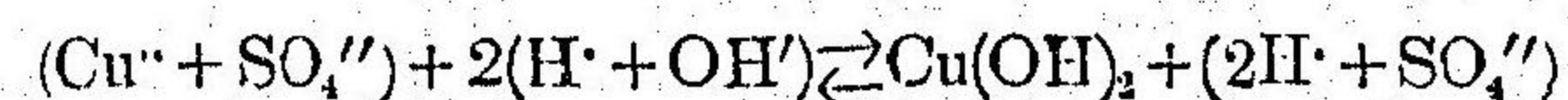
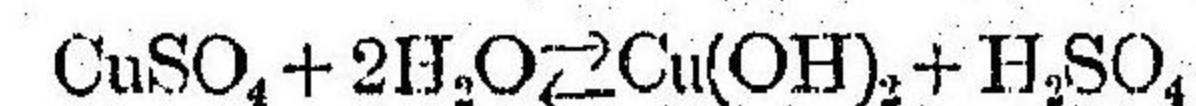
鹽酸

同様の理にて鹽化第二鐵 FeCl_2 の水溶液は酸性なり



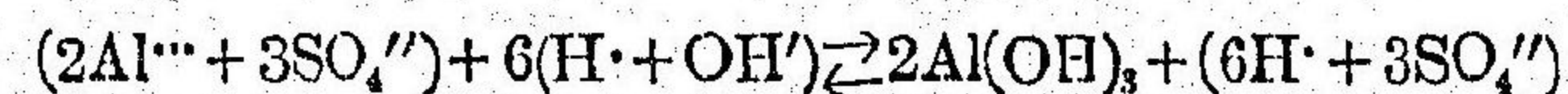
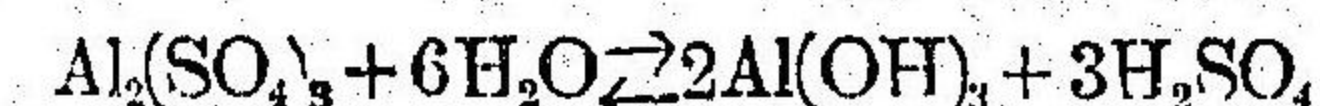
水酸化鐵

又た硫酸銅 (CuSO_4) の水溶液は加水分解を受けて酸性なり



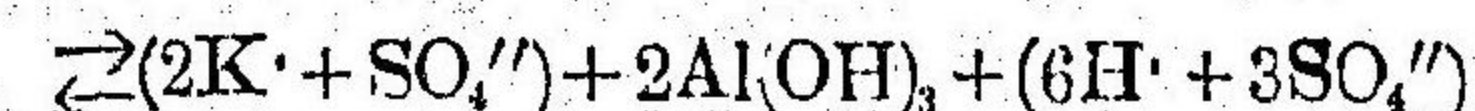
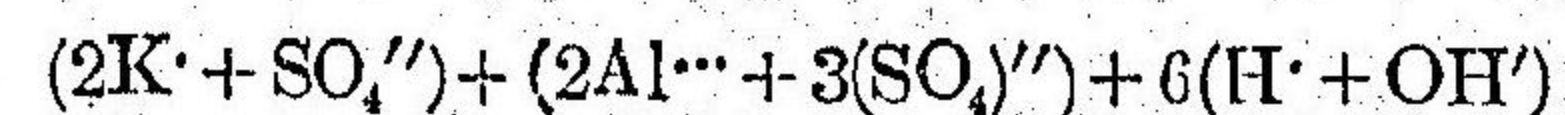
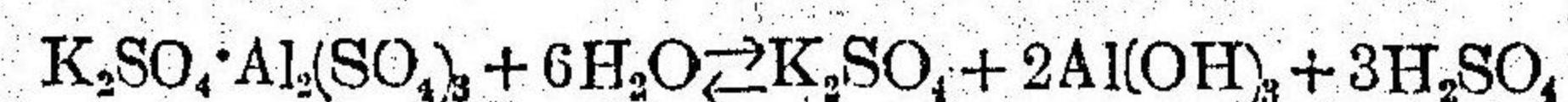
水酸化銅

又た硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ の水溶液は次の加水分解をなして酸性なり



水酸化アルミニウム

同様に明礬 ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 12\text{H}_2\text{O}$) の水溶液も酸性なり



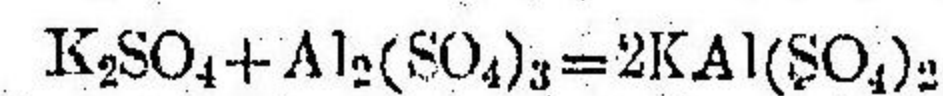
即ち $(2\text{Al}^{\cdot\cdot} + 3\text{SO}_4^{\cdot\cdot}) + 6(\text{H}^{\cdot} + \text{OH}^{\cdot}) \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 + (6\text{H}^{\cdot} + 3\text{SO}_4^{\cdot\cdot})$ にして硫酸アルミニウムの場合と一致す。

40. 複鹽及び錯鹽 Double Salt and Complex salt

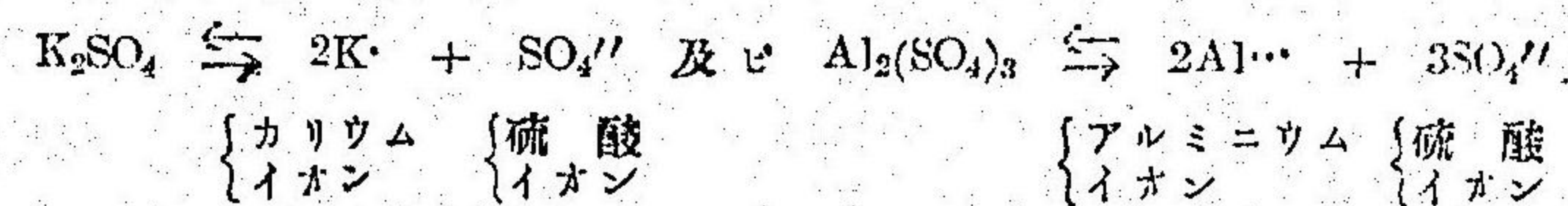
二種の鹽類の複化合物を別ちて複鹽及び錯鹽とす。

(1) 複鹽 之を水に溶解すればその成分鹽類が盡くイオンに解離するものなり即ち固體のときのみ複鹽は成立するも水溶液中には存在せざるなり

(例) 明礬 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ は硫酸アルミニウム $Al_2(SO_4)_3$ と硫酸カリウム K_2SO_4 との複化合物(12 H_2O の結晶水を有す)にして

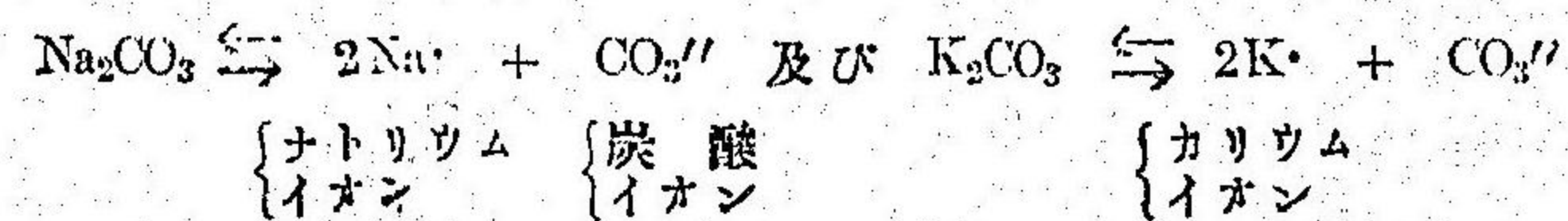


之を水に溶解すれば



の電離をなして溶液中には K^{\cdot} , $Al^{\cdot\cdot}$, $SO_4^{//}$ を有す故に複鹽なり。

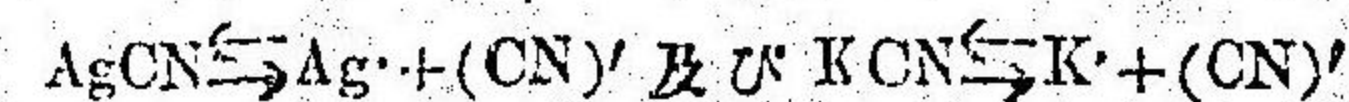
炭酸ナトリウム・カリウム Na_2CO_3 も亦複鹽の好例なり。之は炭酸ナトリウム Na_2CO_3 と炭酸カリウム K_2CO_3 との複化合物にして $Na_2CO_3 + K_2CO_3 = 2NaKCO_3$ 水に溶解すれば



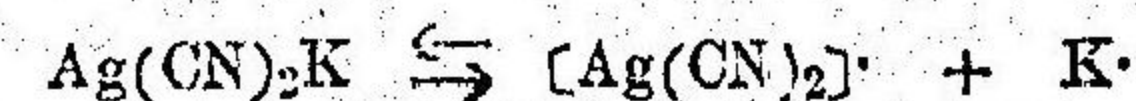
の電離をなすなり。

(2) 錯鹽 之を水に溶解すればその成分鹽類のイオン中或るものが結合して一の新イオンを造るものなり此の新イオンを錯イオン Complex ion と云ふ。

(例) 銀チアン化カリウム $Ag(CN)_2K$ はシアン化銀 $AgCN$ とチアン化カリウム KCN との複化合物 $AgCN + KCN = Ag(CN)_2K$ にして此の水溶液は

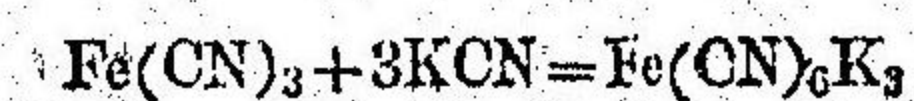


の電離をなさずして

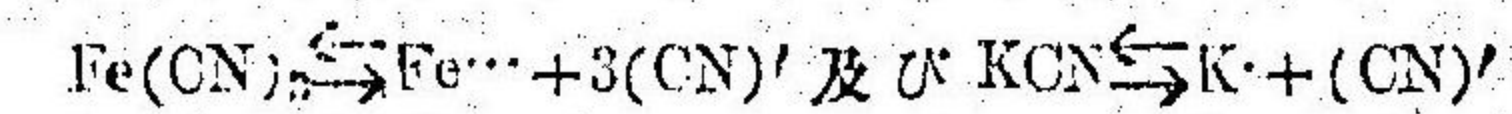


銀チアン・イオン カリウム・イオン

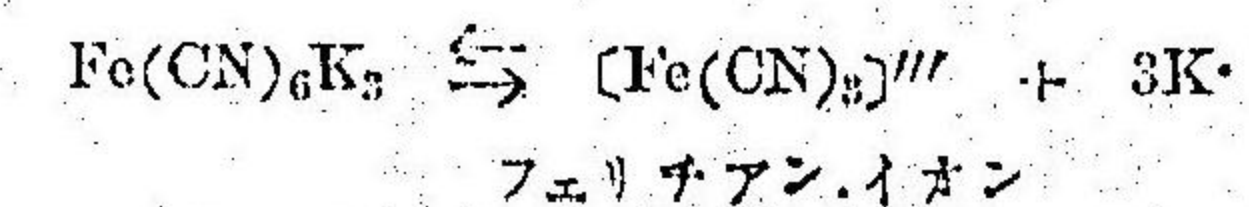
の電離をなす故に錯鹽にして銀チアン・イオンは錯イオンなり 赤血鹽 $Fe(CN)_6K_3$ も亦た錯鹽なり之はチアン化第二鐵 $Fe(CN)_6$ とチアン化カリウム KCN との複化合物なるも



水に溶解して



の電離をなさずして



の電離をなすによる故に赤血鹽はフェリチアン化カリウムにして此のフェリチアン・イオンは錯イオンなり。

41. 金屬のイオン化傾向 Ionisation tendency of metals

金屬元素は水溶液に於て陽性單イオンとなるものなり而して金屬單體を水中に入るときは多少溶けてイオンに變せんとする傾向あり此の傾向をイオン化の傾向と云ひ金屬の種類によりてその強弱の度を異にす一般に輕金屬(比重四以下の金屬)はイオン化の傾向強く重金屬(比重四以上の金屬)はその傾向弱し

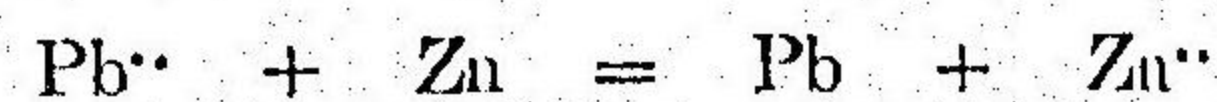
次の表は普通の金屬をイオン化の傾向の強弱に従て排列したるものにして各に比重を附記せり

(1) カリウム (K) 0.87	(5) 亜鉛 (Zn) 7.2	(9) 銅 (Cu) 8.9
(2) ナトリウム (Na) 0.97	(6) 鐵 (Fe) 7.8	(10) 水銀 (Hg) 13.6
(3) マグネシウム (Mg) 1.75	(7) 鉛 (Pb) 11.4	(11) 銀 (Ag) 10.5
(4) アルミニウム (Al) 2.6	(8) [水素(H)]	(12) 白金 (Pt) 21.4
以上輕金屬		(13) 金 (Au) 19.3
		以上重金屬(但し水素を除く)

即ちカリウムはイオン化の傾向最も強く金は此の傾向最も弱し

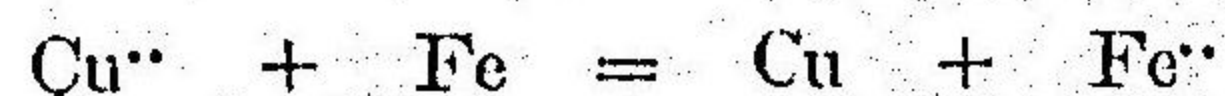
今醋酸鉛の水溶液(鉛イオンを有す)に亜鉛の板を浸せ

ば亜鉛は鉛よりイオン化の傾向強きが故に亜鉛は鉛イオンの有する陽電氣を奪ひてイオンとなり溶解し鉛イオンは電氣を失ひて單體となり出現し亜鉛の表面に附着して樹枝状をなす所謂鉛樹之れなり此のときの變化をイオンの方程式にて示せば



鉛イオン 亜鉛單體 鉛單體 亜鉛イオン

又た銅は鐵よりイオン化の傾向弱ければ銅鹽(例へば硫酸銅)の水溶液(銅イオンを有す)に小刀の如き鐵片を浸せば銅イオンは電氣を鐵に與へて銅單體となり鐵の表面に附着すべし即ち



銅イオン 鐵單體 銅單體 鐵イオン

同理により前掲の順序に於ける上方の金屬を下方の金屬鹽の水溶液中に浸せば前者はイオンとなりて溶解し後者は電氣を失ひて單體となり遊離すべきなり

水素は陽性單イオンとなるものにして一の金屬元素なり。そのイオン化の傾向は略鉛と同一なり故に水素イオンを有する化合物即ち酸の水溶液に亜鉛或はナトリウム等イオン化の傾向の水素より大なる金屬を入れば水素單體を驅出するを得べきも銅水銀等その傾向の小なる金屬は之をなすを得ざるなり而して實驗によ

るにその然るを見る

又た上のイオン化の傾向の順序は金屬が種々の物質に對する化學作用の強弱を示すものにしてその傾向大なるものはその反應強くその小なるものは弱し例へばカリウム(イオン化の傾向最大)を水に投ずれば常溫に於て直ちに水を分解して水素を發生するもマグネシウム(その傾向稍や小)は沸騰水にあらざれば分解作用を起さず鐵(その傾向更に小)は赤熱にて初めて水蒸氣を分解す銅水銀(その傾向甚だ小)は殆んど此の作用なし(第 453 頁乃至 458 頁を参照せよ)

(附言) 陰性單イオンとなるべき非金屬單體にありても上と同様のとあり

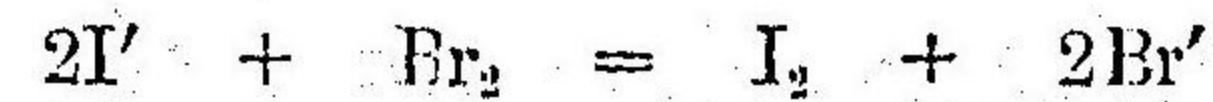
ハロゲン屬元素なる鹽素、臭素、沃素の三非金屬單體がイオンに變ずる傾向は鹽素最も大にして臭素之に次ぎ沃素最も小なり故に臭化物の水溶液(臭素イオンを有す)に鹽素を加ふれば臭素を遊離し鹽化物の溶液を生ず之れ鹽素は臭素イオンの陰電氣を奪ひて鹽素イオンとなり臭素は單體となるによる即ち



臭素イオン 鹽素單體 臭素單體 鹽素イオン

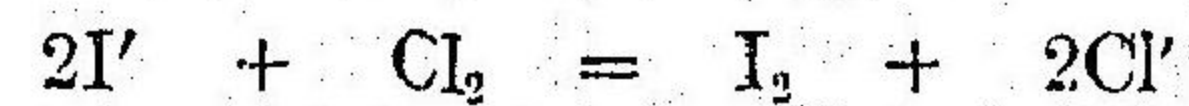
同様に沃素は臭素よりイオン化の傾向小なるにより沃化物の水溶液(沃素イオンを有す)に臭素を加ふれば沃素

を遊離して臭化物を生ずるなり



沃素イオン 臭素単體 沃素單體 臭素イオン

故に勿論沃化物の水溶液に鹽素を加ふれば沃素を遊離し鹽化物を生ずべし(第 224 頁参照)

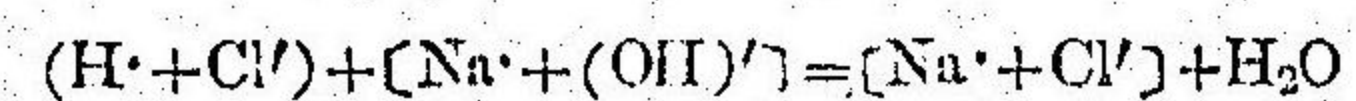


沃素イオン 鹽素單體 沃素單體 鹽素イオン

問 題

1. 酸とアルカリとの中和作用は可逆ならざるは何故ぞ

(解) 中和作用の際電離し難き水を生ずるによる即ち

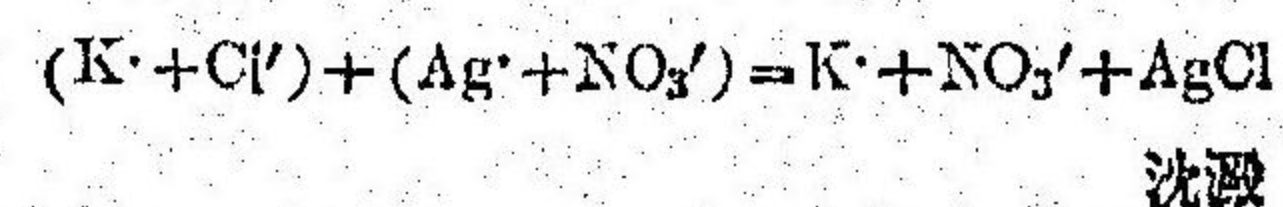


{鹽酸の 水溶液} {苛性ソーダの水溶液} {食鹽の水溶液} {水 (電離し難し)}

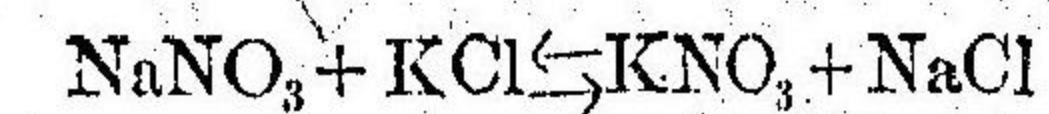
若し水が $H^+ + (OH)'$ に容易に電離するなれば反對の變化起り遂に平衡の状態に達し H^+ , Cl' , Na^+ , $(OH)'$ の四種のイオンがある割合をなして共存すべきなり。

2. 鹽化カリウムの水溶液に硝酸銀の水溶液を加へて起る變化は可逆ならざるは何故ぞ

(解) 鹽化カリウム KCl の電離によりて生ずる Cl' と硝酸銀の電離して生ずる Ag^+ とは結合して鹽化銀となりて沈澱するによる



3. 智利硝石 ($NaNO_3$) の水溶液と鹽化加里 (KCl) の水溶液との間に起る變化は可逆なり



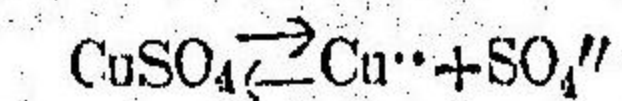
硝石 鹽化ナトリウム

之を不可逆になして硝石を得るには如何になすべきか

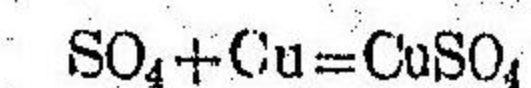
(解) $[Na^+ + (NO_3)'] + [K^+ + Cl'] \rightleftharpoons [K^+ + (NO_3)'] + [Na^+ + Cl']$ にて示す如く Na^+ , K^+ , $(NO_3)'$, Cl' の四種のイオン共存するを以て此の中 K^+ と $(NO_3)'$ とを結合して KNO_3 (硝石) の固體(電離せず)となさしむるを要す之をなすには此の溶液を熱して濃厚になし次で冷却するなり然らば硝石は固體となりて出づべし。

4. 硫酸銅の溶液に電流を通ずるときは如何なる現象を呈するか但し兩電極に銅板を用ふ。

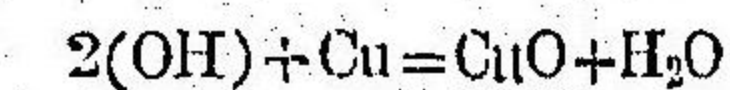
(解) 硫酸銅は水溶液に於て次の如く電離す



故に Cu^{++} は陰極に至りて放電し銅を遊離す SO_4^{--} は陽極に至りて放電するも直に銅(陽極板)と二次作用を起して硫酸銅を生じ水に溶解す

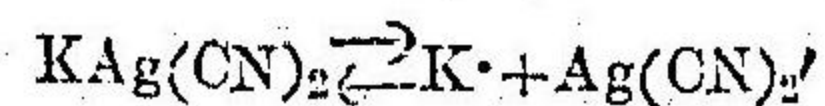


又た水も微弱に電離す $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ 而して H^+ は陰極にて放電し水素を遊離すべし又た $(OH)'$ は陽極にて放電し直ちに銅(極板)に作用して酸化銅を生ぜしむ

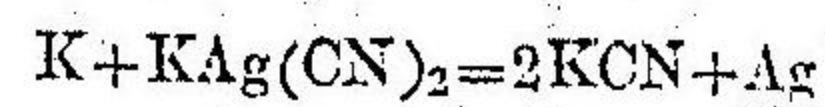


5. 銀チアン化カリウムの溶液を用ひて鍍銀するとき起る變化を問ふ。

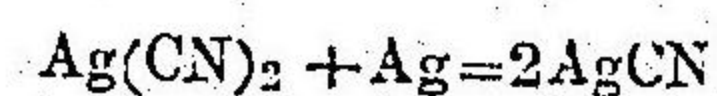
(解) 銀チアン化カリウム $KAg(CN)_2$ は水溶液に於て次の如く電離す



故に電流を通すればK⁺は陰極に至りて放電し直にKAg(CN)₂に作用して銀を遊離し此の極に用ひたる物體に銀を鍍す



Ag(CN)₂⁻(銀チアンイオン)は陽極に至りて放電し直に此の極板なる銅に作用してチアン化銀AgCNを造る



而して此のAgCNは陰極にて生ずるKCNと化合してKAg(CN)₂を造りて水に溶解す(溶液は断えず徐々に攪拌すべし)故にKAg(CN)₂は理論上少しも消費せざるなり

6. 鹽化アンモニウムの1モル溶液の結氷點は零下3.31°にして非電解質の1モル溶液の結氷點は零下1.89°なりと云ふ此の鹽化アンモニウム溶液に於ける溶質の電離度を問ふ。

(解) 此の鹽化アンモニウム液の結氷點降下は1.89°の $\frac{3.31}{1.89}$ 倍即ち1.75倍に當る故に此の溶液に於ては鹽化アンモニウムは全量の $\frac{75}{100}$ 丈電離してNH₄⁺及びCl⁻となり残り $\frac{25}{100}$ は電離せずして存するなり即ち結氷點の降下に就てはイオンも分子と同様に考へらるるにより此の水溶液にありては電離せざるNH₄Clの0.25瓦分子とNH₄⁺及びCl⁻の各0.75瓦分子とが存するを以て總計0.25+0.75+0.75=1.75瓦分子存する理なり依てその結氷點降下は1.89°の1.75倍なる3.31°となるべし。

第四章 原子熱の定律

42. 原子熱の定律 Law of Atomic heat

ある物質の若干量の温度を一度上昇するに要する熱量と同量の水の温度を一度上昇するに要する熱量との比をその物質の比熱 Specific heat と稱す即ちその物質の熱量をCとし水の熱量をSとすればその物質の比熱は $\frac{C}{S}$ なり

今種々なる固體單體の比熱を測定し之れに各自の原子量を相乗じて得たる積は略相均しく平均6.4なるを検せらる而してその相乗積を原子熱 Atomic heat と名く即ち固體單體の原子熱は平均6.4なり

$$\text{比熱} \times \text{原子量} = \text{原子熱} = 6.4 (\text{約})$$

此の事實をデュロン (Dulong) 及びプチー (Petit) の原子熱の定律と云ふ。その例次の如し

單體	比熱	原子量	原子熱
硫 黃	0.203	32	6.5
カリウム	0.166	39	6.5
砒 素	0.083	75	6.2
鐵	0.114	56	6.4
水銀(固體)	0.032	200	6.4
銅	0.094	63.6	6.0

43. 原子量の推定

故に固體單體の比熱を以て6.4を除せばその商はその元素の原子量に近き數なるべし

而して元素の原子量はその當量の整數倍に相當せるが故に當量を知れば容易にその原子量を推定し得らる例へば錫の比熱は0.056なれば $\frac{6.4}{0.056} = 114.3$ は錫の原子量に近き數なるべく錫の當量は59にしてその二倍は118なり。118は114.3に略近し故に錫の原子量は118なりとす

問 題

銀 9.146 瓦を鹽素瓦斯の中に於きて燃焼して鹽化銀 12.15 瓦を得たり而して銀の比熱は 0.056 なり銀の原子量を求めよ

(解) 先づ銀の當量を求めん今銀 9.146 瓦より鹽化銀 12.15 瓦を得るにより此の際要する鹽素の量は $12.15 - 9.146 = 3.004$ 瓦なり故に鹽素の 35.5 量と化合すべき銀の量即ち當量は

$$\frac{9.146}{3.004} \times 35.5 = 108$$

次に原子熱の定律によりて

$$\frac{6.4}{\text{銀の比熱}} = \frac{6.4}{0.056} = 114$$

此の 114 は銀の原子量に近き數なるべし

今その原子量は當量 108 の整數倍にして 114 に近き數なるを要す依りて 108 は銀の原子量なり

答 108.

第五章 熱と化學反應との關係

44. 熱量の單位 Thermal unit

一盪の水を攝氏一度だけ温むるに要する熱量を熱量の單位とし之を大(或は盪)カロリー Great or Kilogram Calorie と云ひ C にて示さる

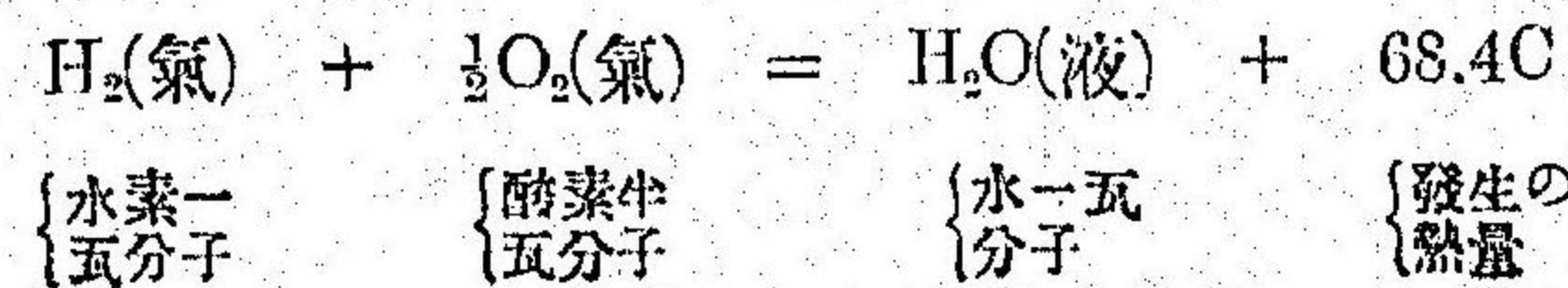
45. 反應熱 Heat of Reaction

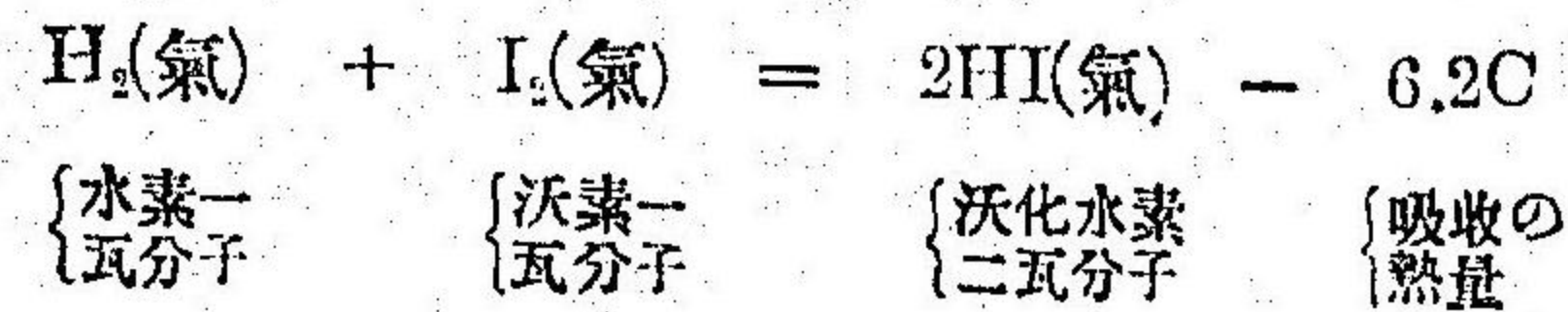
諸物質が相反應する際には常に多少の熱を發生するか或は吸収するものなり例へば水素 2 瓦(即ち一瓦分子)は酸素 16 瓦(即ち半瓦分子)と化合して液體の水 18 瓦を生ずるとき 68.4 大カロリーの熱を發生す又た水素 2 瓦(即ち一瓦分子)は沃素 254 瓦(即ち一瓦分子)と化合して沃化水素 256 瓦(即ち二瓦分子)を生ずるとき 6.2 大カロリーの熱を周圍より吸収す即ち水素一瓦分子と酸素半瓦分子との反應熱は 68.4 C にして沃素一瓦分子と水素一瓦分子との反應熱は -6.2 C なり(-は吸収を意味す)

46. 熱化學の方程式 Thermo-chemical equation

之は化學的變化の反應熱を示す方程式にして發生の熱量は + にて表はし吸収の熱量は - にて示す

(例) 前條の例に於ける變化の反應熱を示す方程式は

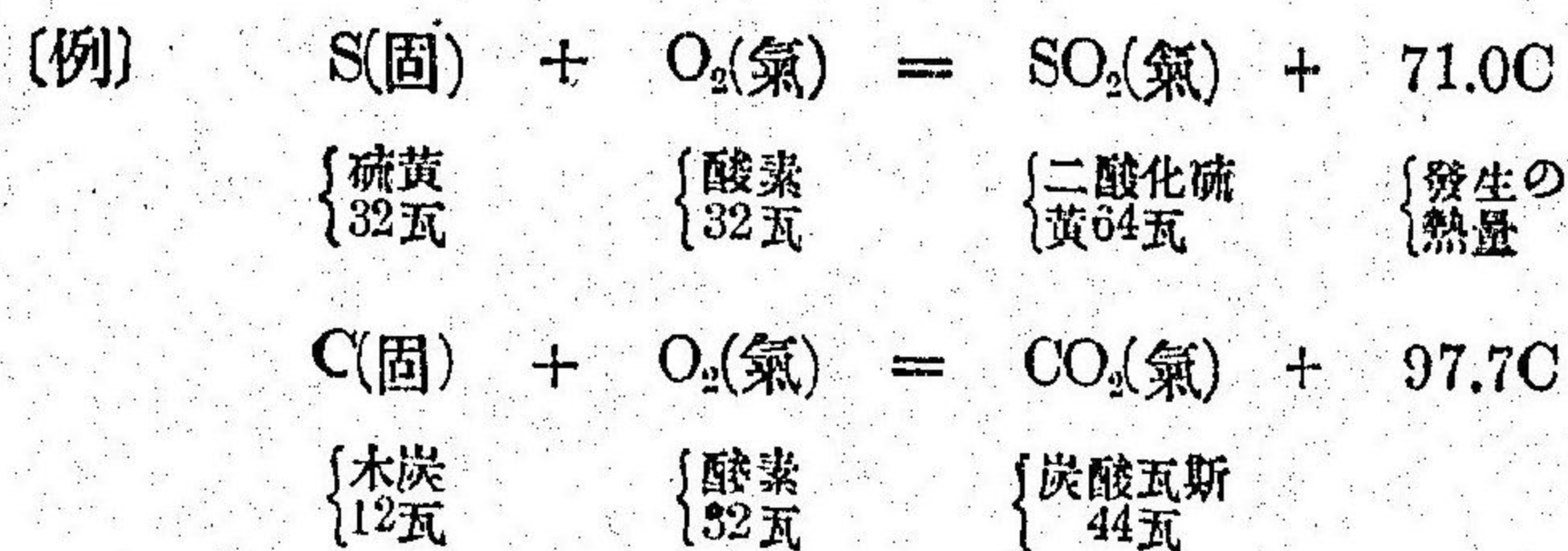




47. 發熱反應及び吸熱反應 Exothermic and Endothermic reactions 前述の例に於ける水素及び酸素の化合の如く熱の發生する反應を發熱反應と云ひ水素及び沃素の化合の如く熱を吸收する反應を吸熱反應と云ふ

48. 燃燒熱 Heat of Combustion

物質を完全に燃燒するとき發生する熱の總量を燃燒熱と名く即ち燃燒熱は物質が酸素と化合して充分に燃燒したときの反應熱なり

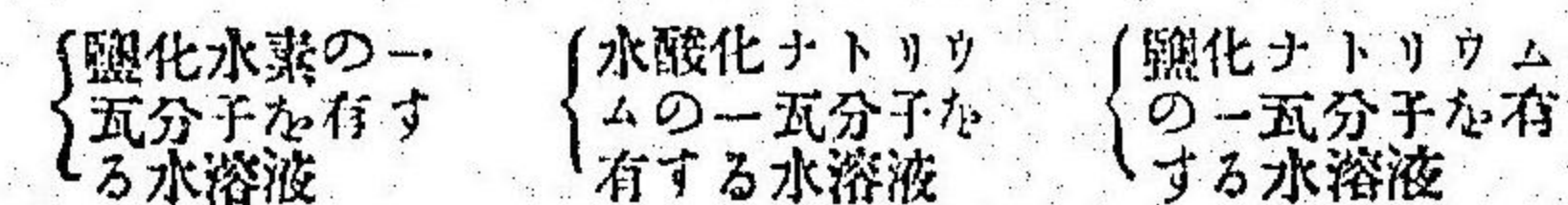
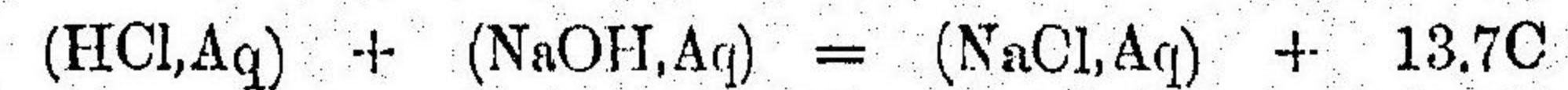


49. 中和熱 Heat of Neutralisation

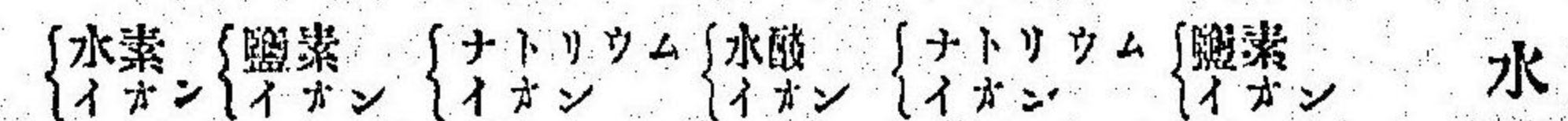
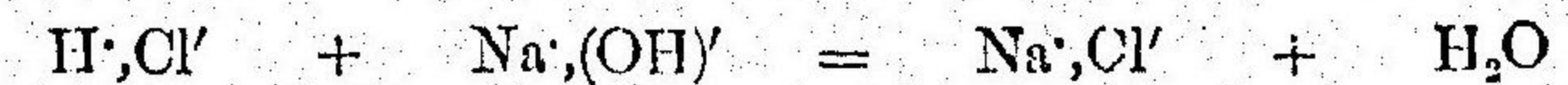
酸とアルカリとが水溶液に於て相中和する際にも亦熱を發生す此の種の反應熱を特に中和熱と稱す

例へば鹽化水素の一瓦分子を有する稀薄溶液を水酸化ナトリウムの稀薄溶液にて中和するときは 13.7 大カロリーの熱を發生す之を示す熱化學の方程式は次の如

こ式中 Aq(Aqua の略語)は稀薄の水溶液なるを表はす

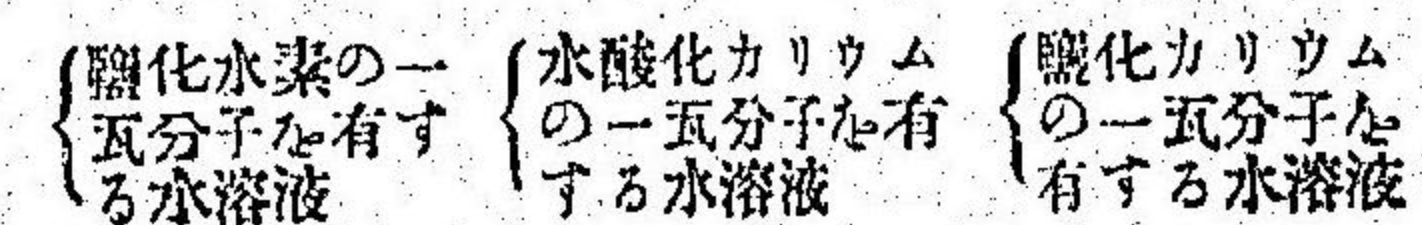
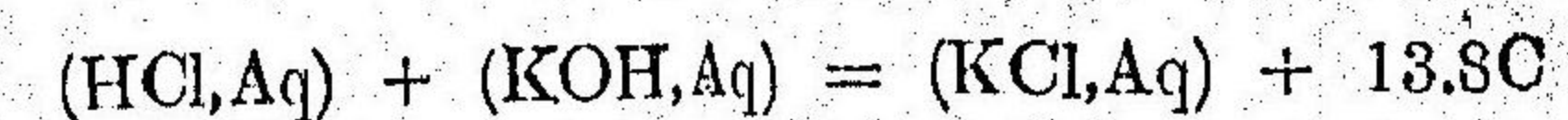
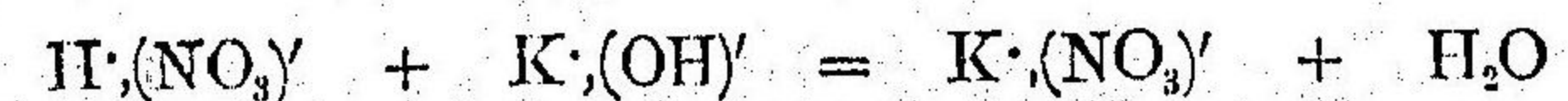
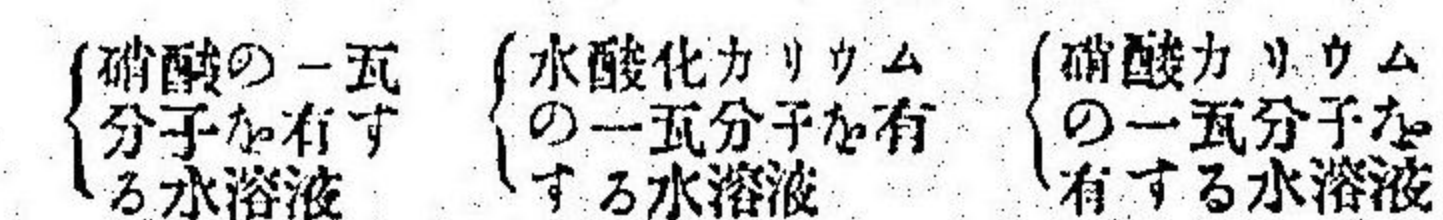
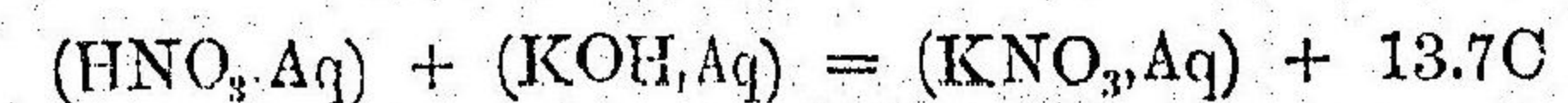


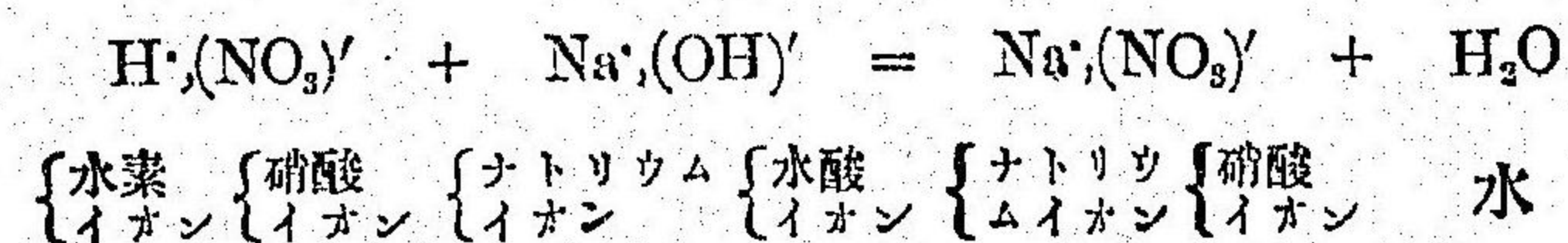
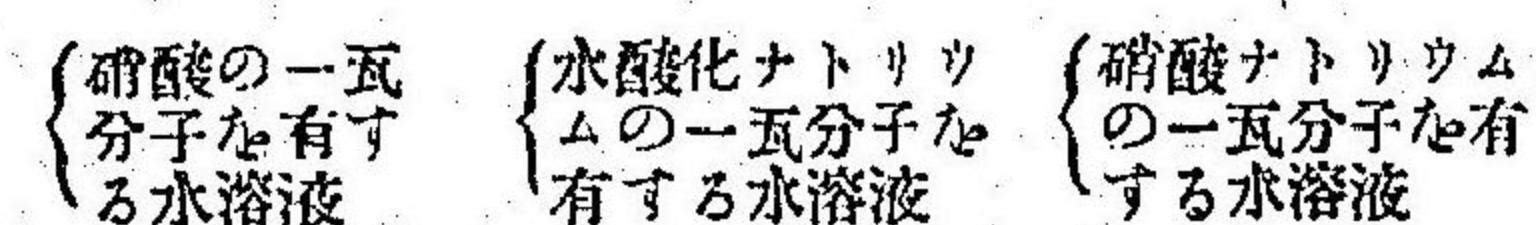
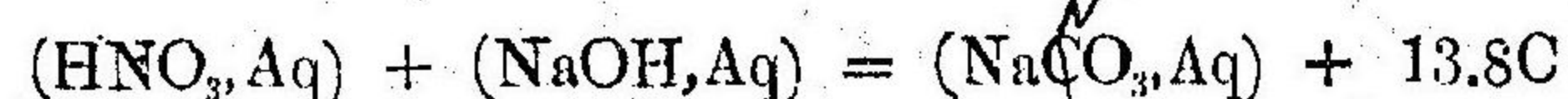
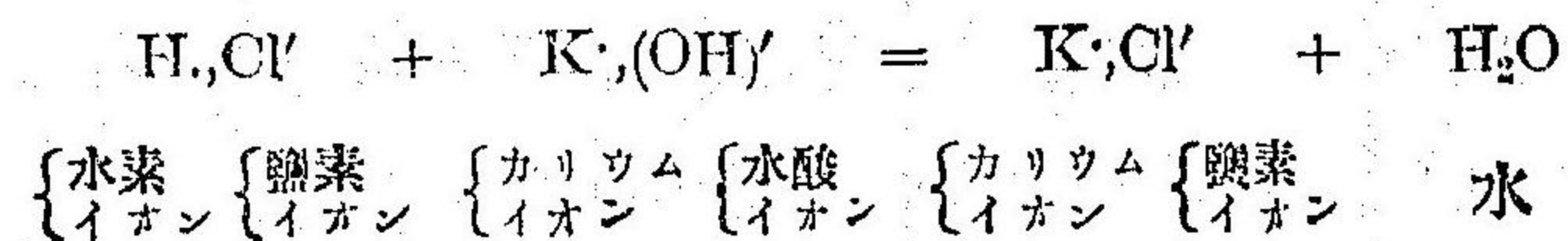
今此の中和作用をイオンの方程式にて示せば



即ち鹽素イオン及びナトリウムイオンは此の中和の前後に於て變るとなきを以て 13.7C なる中和熱は水素イオンと水酸イオンとが相結合して水を生ずる際發生する熱量にして鹽素及びナトリウムの兩イオンには關係なきなり

實驗によるに種々の強き酸及びアルカリの稀薄溶液の中和熱は概ね一致して約 13.7C なるを見る即ち



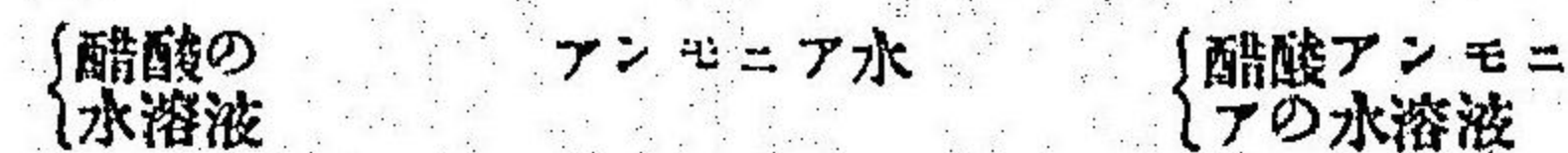
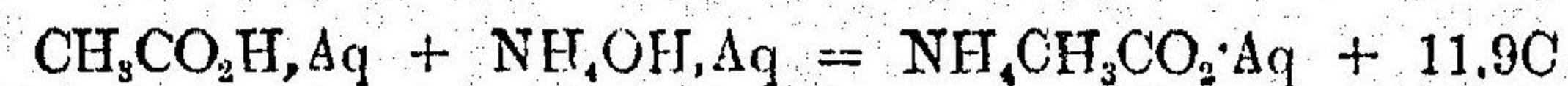
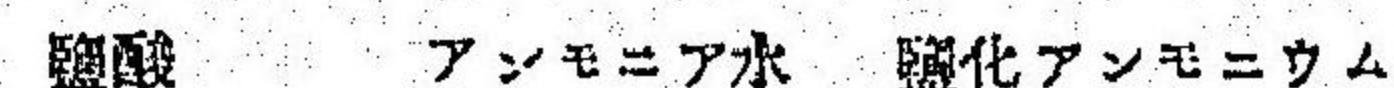
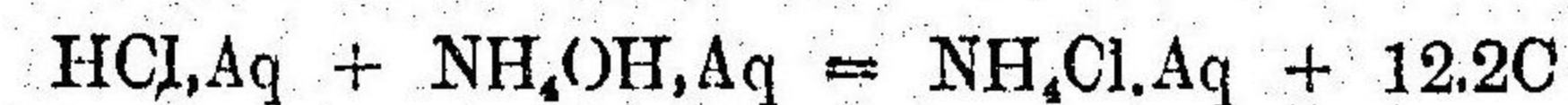
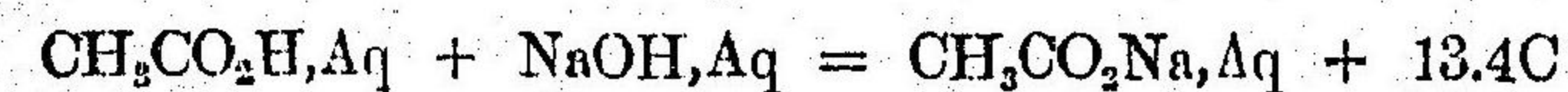
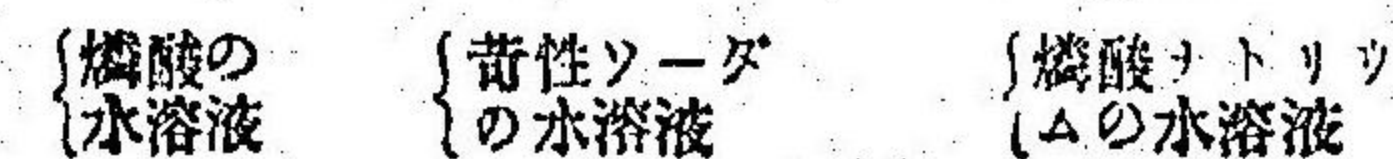


此等にありても前の鹽化水素と水酸化ナトリウムとの場合に於けるが如く各の酸及びアルカリは水溶液中に於て皆電離し中和のときナトリウム、カリウム、鹽素、硝酸基の各イオンは少しも變化を受けずして唯水素イオンと水酸イオンとが相結合し殆んど解離せざる水を生ずるなり故にその中和熱13.7C(約)は此等の水素イオンと水酸イオンとが結合するときに發生すべき熱量にして各の場合に於て略同一なるべきなり

要するに酸とアルカリとの中和はその溶液に於て水素イオンと水酸イオンとが相結合して殆んど解離せざる水を生ずる作用にして此の際生ずる鹽の溶液は解離してイオンとなる即ち此等のイオンは中和の際に於て毫も變化を受けざるなり

故にある酸若くはアルカリの水溶液が充分に解離せ

るか否かを知らんにはその中和熱を測定して13.7Cとなるか否かを検すれば可なり。若し解離不十分なるときは其の中和するに先ち充分に電離せざるべからず而して此の際多少の熱を發生し若くは吸収すべし此の種の熱を解離熱 Heat of dissociation と云ふ故に其中和熱は水素イオンと水酸イオンとの結合のとき發生する熱量(即ち13.7C)と解離熱との和(代數的の)なるにより13.7Cに等しからずして多きか或は少きなり



即ち燐酸、醋酸、アンモニア水は何れも解離度(電離度)の小にして電離する爲めに燐酸は熱を發生し醋酸及びアンモニア水は熱を吸収するを知るべし。

50. 總熱量不變の定律 Law of Constancy of Heat-summation

(ヘッスの定律 Hess'law)

今硫酸一瓦分子(即ち98瓦)をアンモニア水にて中和す

るときは 59.58°C の熱を發生す

次に硫酸一瓦分子を水一瓦分子(即ち 18 瓦)に溶解したる溶液(此の際 7.78°C の熱を發生す)を取り之をアンモニア水にて中和せば更に 51.89°C の熱を發す。而してその和は $7.78 + 51.89 = 59.67^{\circ}\text{C}$ なり

又た硫酸一瓦分子を水二瓦分子(即 36 瓦)に溶解し(此の際 11.67°C の熱を發す)之をアンモニア水にて中和すれば更に 48.05°C の熱を生ず即その和は $11.67 + 48.05 = 59.72^{\circ}\text{C}$ なり。

次に硫酸一瓦分子を五瓦分子の水(即ち 90 瓦)に溶かせば 15.56°C の熱を發す之をアンモニア水にて中和すれば更に 44.65°C の熱を生ず即ちその和は $15.56 + 44.62 = 60.18^{\circ}\text{C}$ なり

而して以上の四方法は何れも硫酸一瓦分子(即ち 98 瓦)をアンモニア水にて中和したるなりその各方法によりて發生したる熱の總量は

$$59.58^{\circ}\text{C} \quad 59.67^{\circ}\text{C} \quad 59.72^{\circ}\text{C} \quad 60.18^{\circ}\text{C}$$

にして略一致するを見る

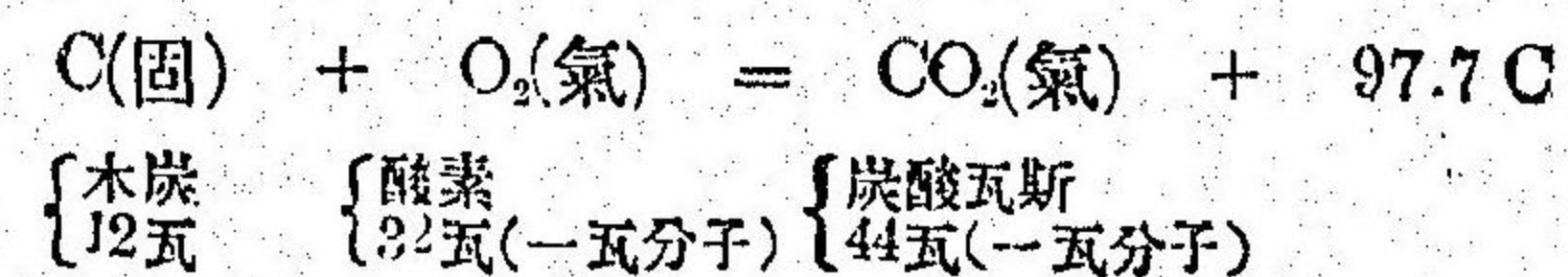
此の如き事實は此の他の場合にも見出さるるものなり一般に

化學變化に於て始めの物質と生成したる最後の物質との種類状態が一定なればその中間の経過如何なるも發生し又は吸收する熱量の總和は必らず一定不變なり

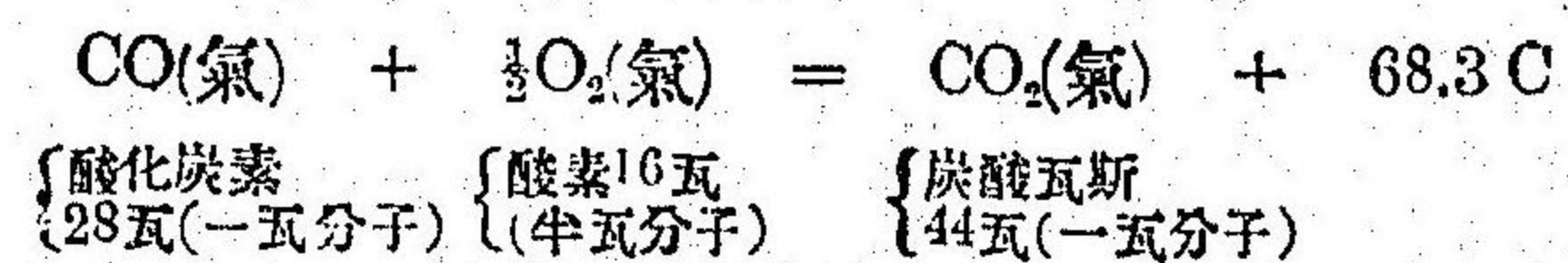
此の事實は頗る重要なものにして之を 總熱量不變の定律 と云ふ

此の定律によりて直接に測定し難き反應熱を推算するを得べし

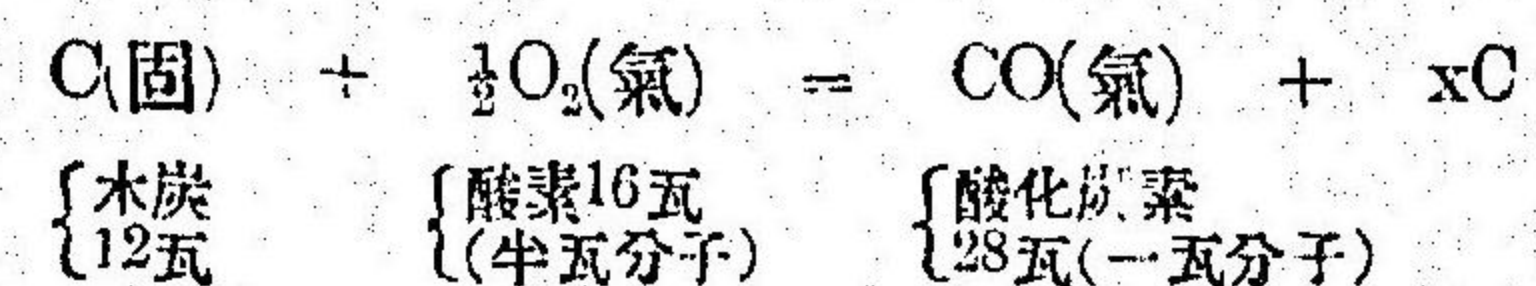
例へば木炭 12 瓦を充分に燃焼して炭酸瓦斯を造るときこの反應熱は 97.7°C にして



酸化炭素 28 瓦を充分に燃焼して炭酸瓦斯を造るときこの反應熱は 68.3°C なり



之れより木炭 12 瓦を燃焼して盡く酸化炭素となすときこの反應熱を推算せん此の反應熱を x とすれば即ち



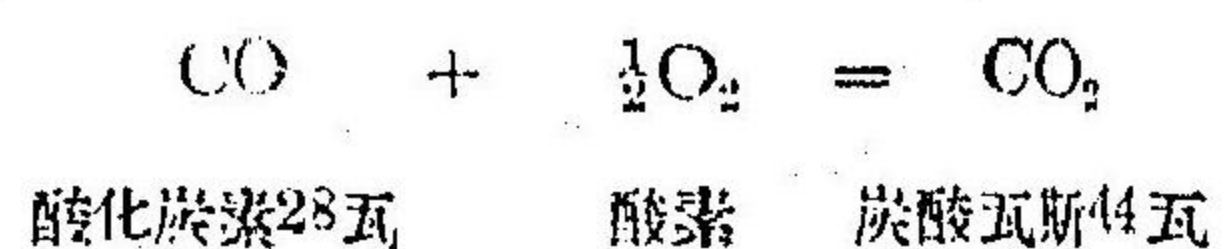
今木炭を燃焼して炭酸瓦斯を造るときこの反應を二段に分つを得

(1) 木炭を酸化して酸化炭素のみを生ずる反應

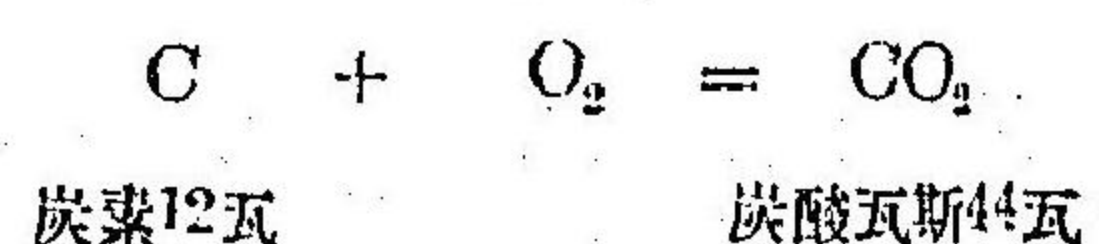


(2) 前にて得たる酸化炭素を充分に酸化して盡く炭酸

瓦斯となす反應



即ち之を合せば



故に總熱量不變の定律によれば木炭12瓦を燃焼して酸化炭素28瓦を造るときにの反應熱(xC)と酸化炭素28瓦を充分に燃焼して炭酸瓦斯44瓦を造るときにの反應熱(68.3C)との和は木炭12瓦を充分に燃焼して直に炭酸瓦斯44瓦を造るときに生ずる熱量(97.7C)に等しきを要す即ち

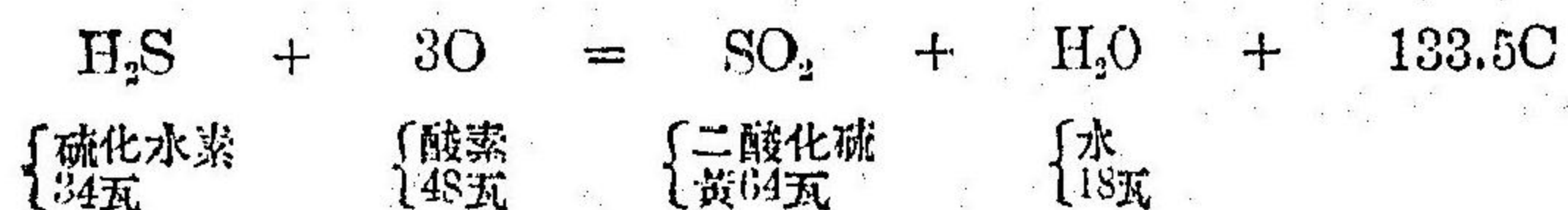
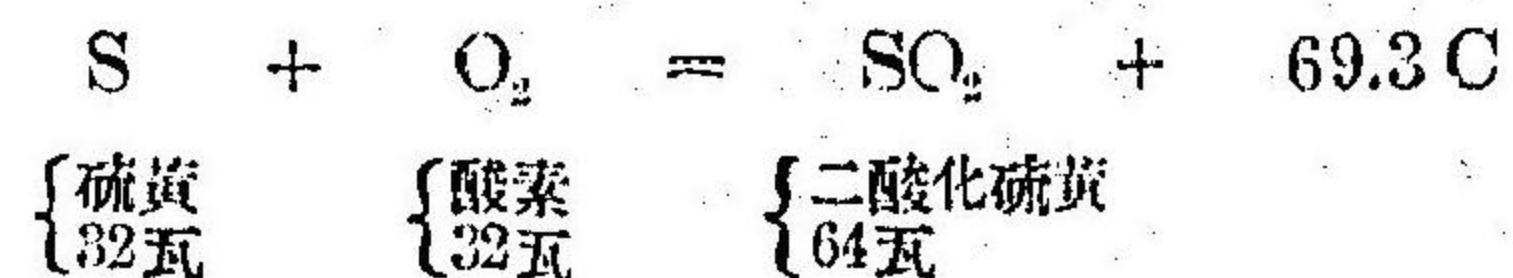
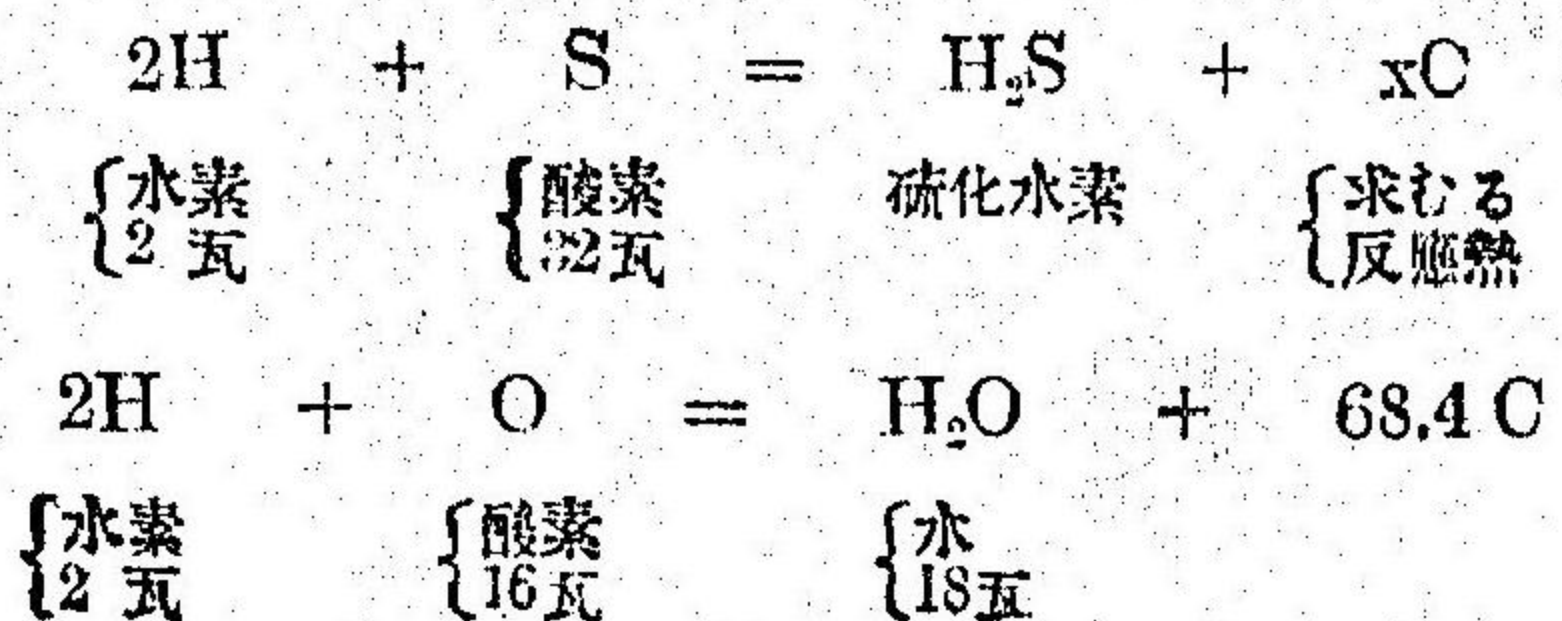
$$x + 68.3 = 97.7$$

$$\therefore x = 97.7 - 68.3 = 29.4$$

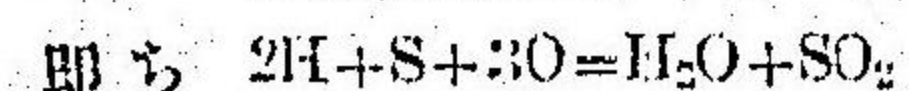
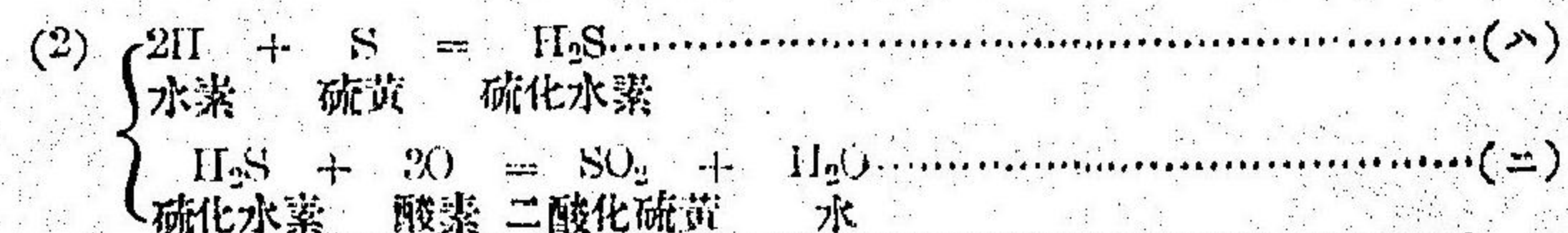
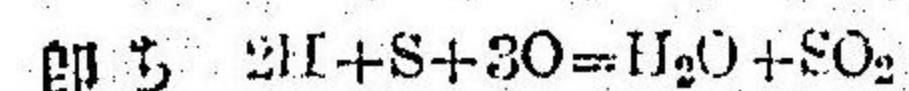
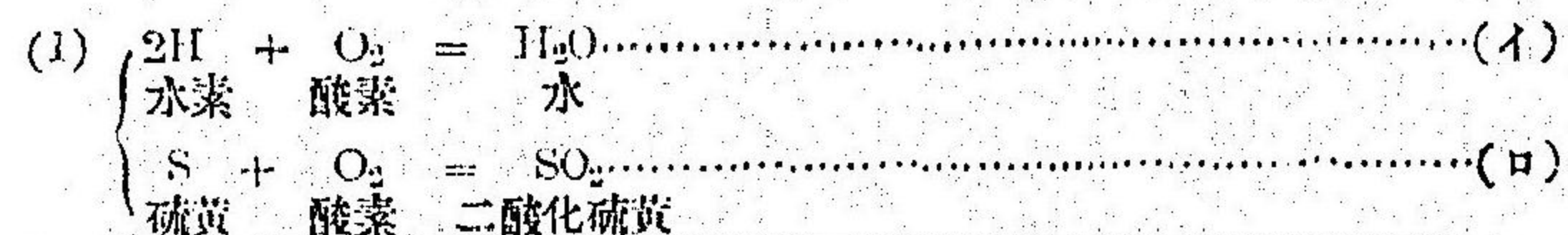
故に求むる熱量は 29.4 C なり

問 題

1. 水素と硫黄と化合して硫化水素を造るときにの反應熱を求む但し



(解) 水素, 酸素, 硫黄より二酸化硫黄(SO₂)及び水(H₂O)を造るに次の二方法あり

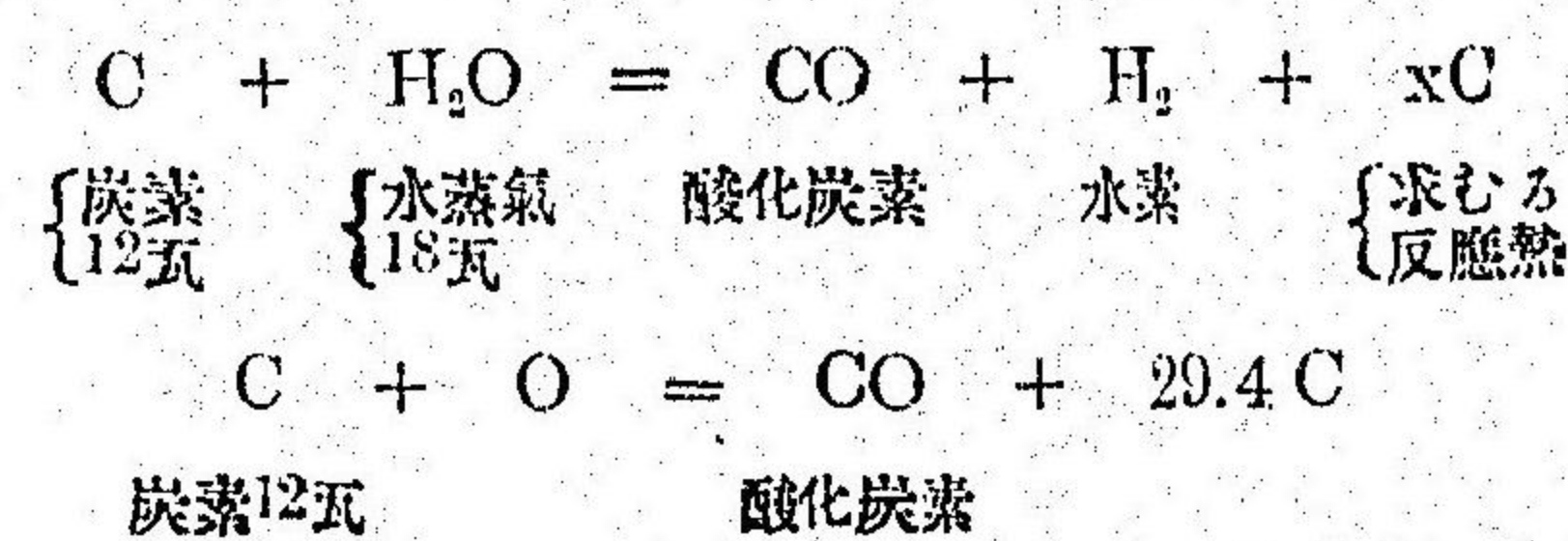


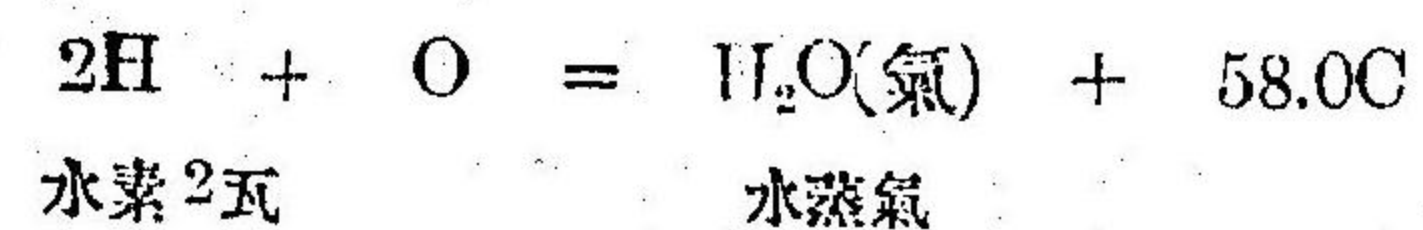
故に(イ)の反應熱(68.4C)と(ロ)の反應熱(69.3C)との和は(ハ)の反應熱(xC)と(ニ)の反應熱(133.5C)との和に等しきなり(總熱量不變の定律による)

$$\begin{array}{l} \text{即ち} \quad 68.4 + 69.3 = x + 133.5 \\ \therefore x = 68.4 + 69.3 - 133.5 = 4.2 \end{array}$$

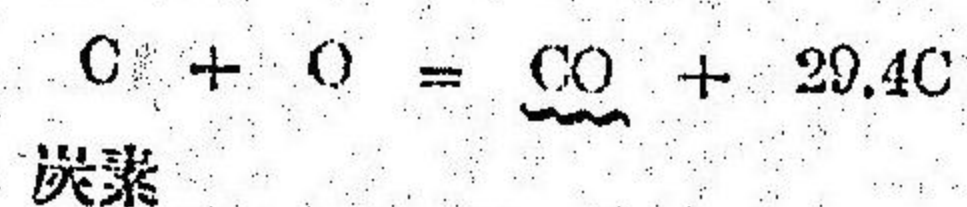
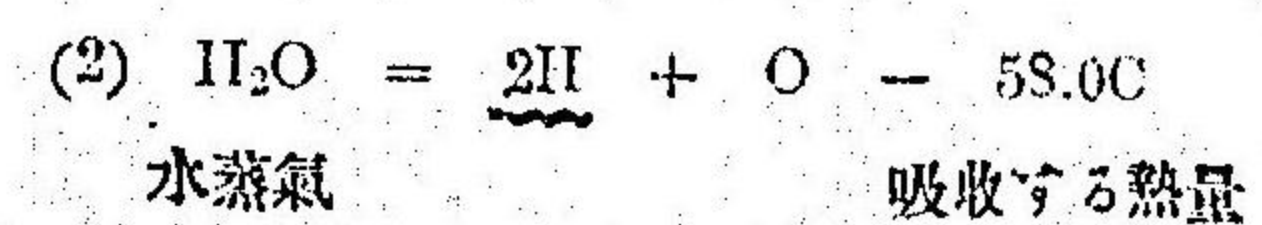
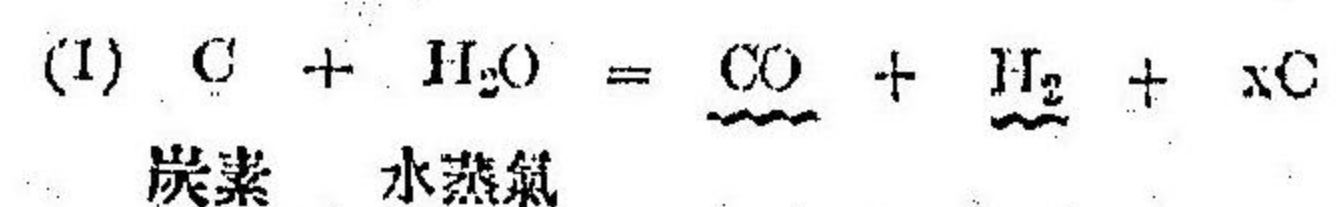
答 4.2 町 カロリー

2. 炭素12瓦を水蒸氣に完全に作用せしめて酸化炭素及び水素となすときの反應熱を計算せよ但し





(解) 炭素12瓦と水蒸氣18瓦との作用より酸化炭素及び水素を得るに二方法あり



故に $x = -58.0 + 29.4 = -28.6$

答 -28.6 瓦カロリー(吸収熱)

(附言) 此の反應は吸熱反應なり

終

附 録

問 題 の 解 答

第122頁乃至第125頁

1. (甲) $15 \times \frac{9}{5} + 32 = 59^\circ\text{F}$ $15 \times \frac{4}{5} = 12^\circ\text{R}$ $273 + 15 = 288^\circ\text{A}$
 (乙) $-13 \times \frac{9}{5} + 32 = 8.^\circ\text{F}$ $-13 \times \frac{4}{5} = -10.^\circ\text{R}$ $273 - 13 = 260^\circ\text{A}$
2. (甲) $(65 - 32) \times \frac{5}{9} = 18.^\circ\text{C}$ $(65 - 32) \times \frac{4}{9} = 14.^\circ\text{R}$ $273 + 18.3 = 291.^\circ\text{A}$
 (乙) $(24 - 32) \times \frac{5}{9} = -4.^\circ\text{C}$ $(24 - 32) \times \frac{4}{9} = -3.^\circ\text{R}$ $273 - 4.4 = 268.^\circ\text{A}$
 (丙) $(-40 - 32) \times \frac{5}{9} = -40^\circ\text{C}$ $(-40 - 32) \times \frac{4}{9} = -32^\circ\text{R}$ $273 - 40 = 233^\circ\text{A}$
3. (甲) $400 - 273 = 127^\circ\text{C}$ $127 \times \frac{9}{5} + 32 = 260.^\circ\text{F}$ $127 \times \frac{4}{5} = 101.^\circ\text{R}$
 (乙) $200 - 273 = -73^\circ\text{C}$ $-73 \times \frac{9}{5} + 32 = -99.^\circ\text{F}$ $-73 \times \frac{4}{5} = -58.^\circ\text{R}$
 (丙) $0 - 273 = -273^\circ\text{C}$ $-273 \times \frac{9}{5} + 32 = -459.^\circ\text{F}$ $-273 \times \frac{4}{5} = -218.^\circ\text{R}$
4. $\frac{PV}{273+t} = \frac{P_1V_1}{273+t_1}$ の式中に
 $t = 0$ $P = 76$ $V = 22.4$
 $t_1 = 14$ $P_1 = 75.3$ $V_1 = x$

を入れて x を計算すれば可なり

$$x = 22.4 \times \frac{76}{75.3} \times \frac{273+14}{273} = 23.8(\text{立})$$

5. 前題と同じ式中に

$$V = 22.4 \quad P = 76 \quad t = 0$$

$$V_1 = 21.73 \quad P_1 = 76.5 \quad t_1 = x$$

を入れて x を計算すべし

$$x = \frac{21.73}{22.4} \times \frac{76.5}{76} \times 273 - 273 = -6.94$$

6. 同じ式中に

$$t = 0 \quad P = 76 \quad V = 22.4$$

$$t_1 = 10 \quad P_1 = y \quad V_1 = 22$$

を入れて y を計算すべし

$$y = \frac{22.4}{22} \times 76 \times \frac{273+10}{273} = 80.27 \text{ 厘}$$

7. 同じ式中は

$$t = 0 \quad P = 76 \quad V = 1$$

$$(甲) \quad t_1 = 19 \quad P_1 = 76 \quad V_1 = x$$

$$x = 1 \times \frac{76}{76} \times \frac{273+19}{273} = 1.07 \text{ 立}$$

$$(乙) \quad t_1 = -5 \quad P_1 = 76 \quad V_1 = y$$

$$y = 1 \times \frac{76}{76} \times \frac{273-5}{273} = 0.995 \text{ 立}$$

$$(丙) \quad 273+t_1 = 270 \quad P_1 = 76 \times 1 \quad V_1 = x$$

$$x = 1 \times \frac{76}{76 \times 1} \times \frac{270}{273} = 0.989 \text{ 立}$$

$$(丁) \quad 273+t_1 = 290 \quad P_1 = 76.3 \quad V_1 = y$$

$$y = 1 \times \frac{76}{76.3} \times \frac{290}{273} = 1.058 \text{ 立}$$

$$(戊) \quad t_1 = (80-32) \times \frac{5}{9} = 26.7 \quad P_1 = 1.5 \times 76 \quad V_1 = x$$

$$x = 1 \times \frac{76}{1.5 \times 76} \times \frac{273+26.7}{273} = 0.732 \text{ 立}$$

8. 同じ式中に

$$t = 0 \quad P = 76 \quad V = 1$$

$$t_1 = y \quad P_1 = 76 \times (1 + \frac{1}{4}) \quad V_1 = 0.892$$

$$0.892 = 1 \times \frac{76}{76 \times (1 + \frac{1}{4})} \times \frac{273+y}{273}$$

$$\therefore y = \frac{0.892}{1} \times \frac{76 \times (1 + \frac{1}{4})}{76} \times 273 - 273 = 31.94$$

9. 同じ式中に

$$t = 0 \quad P = 76 \quad V = 1$$

$$t_1 = 20 \quad P_1 = x \quad V_1 = 1.2$$

$$1.2 = 1 \times \frac{76}{x} \times \frac{273+20}{273}$$

$$\therefore x = \frac{1}{1.2} \times \frac{273+20}{273} = 63 \text{ 厘}$$

10. 同じ式中に

$$t = 0 \quad P = 76 \quad V = 1$$

$$t_1 = 0 \quad P_1 = y \quad V_1 = 1.2$$

$$1.2 = 1 \times \frac{76}{y} \times \frac{273}{273}$$

$$\therefore y = 1 \times \frac{76}{1.2} = 63.3 \text{ 厘}$$

11. 先づ種々の温度及び壓力に於ける一立の體積を零度、壓力76 厘に於ける體積(V_1)に改算すべし
次に零度、壓力76 厘のときの酸素一立の重量は1.43 瓦なるが故にその V_1 立の重量(x)は

$$x = V_1 \times 1.43 \text{ 瓦なり}$$

$$(甲) \quad V_1 = 1 \times \frac{76}{76} \times \frac{273}{273+15}$$

$$\therefore x = 1 \times \frac{273}{273+15} \times 1.43 = 1.36 \text{ 瓦}$$

$$(乙) \quad V_1 = 1 \times \frac{75.8}{76} \times \frac{273}{273+20}$$

$$\therefore x = 1 \times \frac{75.8}{76} \times \frac{273}{273+20} \times 1.43 = 1.33 \text{ 瓦}$$

$$(丙) \quad V_1 = 1 \times \frac{76 \times 1.5}{76} \times \frac{273}{273+100}$$

$$\therefore x = 1 \times 1.5 \times \frac{273}{273+100} \times 1.43 = 1.57 \text{ 瓦}$$

$$(丁) \quad t = (85-32) \times \frac{5}{9} = 29.94$$

$$V_1 = 1 \times \frac{74}{76} \times \frac{273}{273+29.4}$$

$$\therefore x = 1 \times \frac{74}{76} \times \frac{273}{273+29.4} \times 1.43 = 1.26 \text{ 瓦}$$

(戊) $V_1 = 1 \times \frac{76.2}{76} \times \frac{273}{285}$

$$\therefore x = 1 \times \frac{76.2}{76} \times \frac{273}{285} \times 1.43 = 1.37 \text{ 瓦}$$

12. 先づ種々の温度及び壓力に於ける一立の體積を温度13°C 壓力75厘に於ける體積(V)に改算すべし
次に此の温度及び壓力のときの炭酸瓦斯0.4864立の重量は0.9瓦なるが故にそのV立の重量(y)は

$$y = \frac{0.9}{0.4864} \times V \text{ 瓦なり}$$

(甲) $V = 1 \times \frac{76}{75} \times \frac{273+13}{273}$

$$\therefore y = \frac{0.9}{0.4864} \times 1 \times \frac{76}{75} \times \frac{273+13}{273} = 1.93 \text{ 瓦}$$

(乙) $V = 1 \times \frac{76 \times 1.5}{75} \times \frac{273+13}{273+72}$

$$\therefore y = \frac{0.9}{0.4864} \times 1 \times \frac{76 \times 1.5}{75} \times \frac{273+13}{273+72} = 2.33 \text{ 瓦}$$

(丙) $V = 1 \times \frac{74}{75} \times \frac{273+13}{273-3}$

$$\therefore y = \frac{0.9}{0.4864} \times 1 \times \frac{74}{75} \times \frac{273+13}{273-3} = 1.93 \text{ 瓦}$$

13. 攝氏12度,壓力76.3厘のときアンモニア1gr.の體積は $\frac{100}{0.073}$ c. c. なり依て之を各温度及び壓力に於けるものに改算すれば可なり。

(甲) $\frac{100}{0.073} \times \frac{76.3}{76} \times \frac{273}{273+12} = 1317 \text{ c.c.}$

(乙) $\frac{100}{0.073} \times \frac{76.3}{74.5} \times \frac{273+15}{273+12} = 1418 \text{ c.c.}$

(丙) $\frac{100}{0.073} \times \frac{76.3}{2 \times 76} \times \frac{273-4}{273+12} = 649 \text{ c.c.}$

(丁) $(40-32) \times \frac{5}{9} = 4.4 \text{ C}$

$$\frac{100}{0.073} \times \frac{76.3}{76} \times \frac{273+4.4}{273+12} = 1339 \text{ c.c.}$$

14. 空氣 100 容 $\left\{ \begin{array}{l} \text{窒素 } 79 \text{ 容} \\ \text{酸素 } 21 \text{ 容} \end{array} \right.$
水 $\left\{ \begin{array}{l} \text{水素 } 2 \text{ 容} \\ \text{酸素 } 1 \text{ 容} \end{array} \right.$

故に空氣一立中に存在する酸素0.21立と化合する水素の體積は
 $0.21 \times 2 = 0.42 \text{ 立}$

なり依て結果は次の如し

0.79立(温度10度,壓力76厘)の窒素は化合せずに残留し
0.58立($1-0.42=0.58$, 温度10度,壓力76厘)の水素も化合せずに残る
0.21立の酸素は0.42立の水素と化合して水を生ずその水の量は温度10度,壓力76厘のときの酸素0.21立の重量と水素0.42立の重量との和に等し(質量不變の定律による)

温度10度の酸素0.21立を零度に於ける體積に改算すれば

$$0.21 \times \frac{273}{273+10} \text{ (立)} \dots\dots\dots (1)$$

となる而して温度零度,壓力76厘に於ける酸素一立の重量は1.43瓦なるを以て(1)の體積の酸素の重量は

$$0.21 \times \frac{273}{273+10} \times 1.43 = 0.29 \text{ 瓦なり}$$

又た温度10度の水素0.42立を零度に於る體積に改算すれば

$$0.42 \times \frac{273}{273+10} \text{ (立)} \dots\dots\dots (2)$$

となる而して温度零度,壓力76厘に於ける水素一立の重量は0.09瓦なるを以て(2)の體積の水素の重量は

$$0.42 \times \frac{273}{273+10} \times 0.09 = 0.037 \text{ 瓦}$$

なり故に生成せる水の重量は

$$0.29 + 0.037 = 0.327 \text{ 瓦なり}$$

15. 化合せずに残る窒素の0.79立(温度10度,壓力76厘のとき)を温度

15) 度、壓力 75.6 厘のときの體積に改算せば

$$0.79 \times \frac{76}{75.6} \times \frac{273+150}{273+10} = 1.187 \text{ 立}$$

となる

化合せずに残る水素の 0.58 立(溫度 10 度、壓力 76 厘のとき)を溫度 150 度、壓力 75.6 厘のときの體積に改算せば

$$0.58 \times \frac{76}{75.6} \times \frac{273+150}{273+10} = 0.872 \text{ 立}$$

となる

生成したる水の重量は前と同じ然れども此のときは水は水蒸氣となる而してその體積は化合せる水素の體積に等しきなり故に

$$0.42 \times \frac{76}{75.6} \times \frac{273+150}{273+10} = 0.631 \text{ 立}$$

とす

16. その體積を V 立とすれば

$$\text{甲の } 0^\circ\text{C に於ける體積は } \frac{V \times 273}{273+20} \text{ 立}$$

$$\text{乙の } \quad \quad \quad \frac{V \times 273}{273-20} \text{ 立}$$

故に 0°C に於ける甲乙の體積の割合は

$$\frac{273-20}{273+20} = \frac{253}{293} \text{ なり。}$$

17. 此の圓柱狀の硝子器中にある氣體の體積は

$$2^2 \times 3.1416 \times 30 = 376.992 \text{ c.c.}$$

此の體積(13°C , 74.8cm)を標準溫度及壓力に於けるものに改算すれば

$$376.992 \times \frac{74.8}{76} \times \frac{273}{273+13} = 354.17 \text{ c.c.}$$

此の體積の重量は 0.48 gr なるを以てその一立(即ち 1000 c.c.)の重量は

$$0.48 \times \frac{1000}{354.17} = 1.36 \text{ gr.} = \text{答}$$

18. 輕氣球の内容積は

$$\frac{4}{3} \times 3.1416 \times 1^3 \text{ 立方尺} = \frac{4}{3} \times 3.1416 \times \left(\frac{1}{3.3} \times 10\right)^3 \text{ 立}$$

此の容積(15°C , 一氣壓)を標準溫度及壓力に於けるものに改算すれば

$$\frac{4}{3} \times 3.1416 \times \left(\frac{100}{33}\right)^3 \times \frac{273}{273+15} \text{ 立}$$

故に此の容積を有する水素の重量は

$$\frac{4}{3} \times 3.1416 \times \left(\frac{100}{33}\right)^3 \times \frac{273}{273+15} \times 0.09 = 9.94 \text{ gr.} = \text{答}$$

19.

$$1 \text{ 間} = 6 \text{ 尺} = 6 \times \frac{100}{33} \text{ 粉(テシメートル)}$$

$$1 \text{ 立方間} = \left(6 \times \frac{100}{33}\right)^3 \text{ 立方粉(即ち立)}^3$$

$$\text{空氣の體積} = 2 \times 2.5 \times 1.5 \text{ 立方間} = 2 \times 2.5 \times 1.5 \times \left(6 \times \frac{100}{33}\right)^3 \text{ (立)}$$

$$[75^\circ\text{F} = (75-32) \times \frac{5}{9} = 23.9^\circ\text{C}]$$

此の空氣の體積(23.9°C , 75.5cm)を標準溫度及壓力に於けるものに改算

し之に 1.293 を乗すれば室内の空氣の重量を得べし。

$$2 \times 2.5 \times 1.5 \times \left(6 \times \frac{100}{33}\right)^3 \times \frac{75.5}{76} \times \frac{273}{273+23.9} \times 1.293 = 53242.5 \text{ gr.}$$

20.

$$1 \text{ 寸} = \frac{10}{33} \text{ 粉}$$

$$1 \text{ 立方寸} = \left(\frac{10}{33}\right)^3 \text{ 立方粉(即ち立)}$$

$$\text{此の箱の容積} = 3^3 \text{ 立方寸} = 27 \times \left(\frac{10}{33}\right)^3 \text{ 立}$$

$$60^\circ\text{F} = (60-32) \times \frac{5}{9} = 15.6^\circ\text{C}$$

故に此の箱の容積(15.6°C , 76.2cm)を標準溫度及壓力に於けるものに改算

し之に空氣一立の重量(1.293 gr. = $1.293 \times \frac{4}{15}$ 匁)を乗すれば此の箱にある

空氣の重量を得べし。

$$27 \times \left(\frac{10}{33}\right)^3 \times \frac{76.2}{76} \times \frac{273}{273+15.6} \times 1.293 \times \frac{4}{15} = 0.246 \text{ 匁}$$

第 130 頁 及 第 131 頁

1. 空氣一立の重量 = 1.293 匁 水素一立の重量 = 0.09 匁

故に空氣は水素より重きと

$$\frac{1.293}{0.09} = 14.4 \text{ 倍}$$

なり

2. 前題により水素は空気より軽き

$$\frac{1}{14.4} \text{ 倍}$$

なり

$$3. \frac{\text{窒素一立の重量}}{\text{空気一立の重量}} = \frac{x}{1.293} = 0.97$$

$$\therefore x = 0.97 \times 1.293 = 1.253 \text{ 瓦}$$

4. 先づ15度、壓力75.4 cm.に於ける窒素二立を零度、壓力76 厘のさきの體積に改算すべし

$$2 \times \frac{75.4}{76} \times \frac{273}{273+15} \text{ (立)}$$

而して零度、壓力76 厘のさきの窒素一立の重量は1.253 瓦(前題参照)なるを以て求むる重量は

$$2 \times \frac{75.4}{76} \times \frac{273}{273+15} \times 1.253 = 2.357 \text{ 瓦}$$

なり

5. 先づ18度、壓力76 厘に於けるアンモニア150 c.c. を零度、壓力76 厘のさきの體積に改算すべし

$$150 \times \frac{273}{273+18} \text{ c.c.} = 0.15 \times \frac{273}{273+18} \text{ (立)}$$

次に

$$\frac{\text{アンモニア一立の重量}}{\text{水素一立の重量即ち0.09 瓦}} = 8.5$$

故にアンモニア一立の重量=8.5×0.09(瓦)

依て求むる重量は

$$0.15 \times \frac{273}{273+18} \times 8.5 \times 0.09 = 0.108 \text{ 瓦}$$

なり

$$6. \frac{100 \text{ c.c. の酸化炭素の重量}}{100 \text{ c.c. の水素の重量}} = 14$$

$$\frac{100 \text{ c.c. の炭酸瓦斯の重量}}{100 \text{ c.c. の水素の重量}} = 22$$

$$\therefore \frac{100 \text{ c.c. の酸化炭素の重量}}{100 \text{ c.c. の炭酸瓦斯の重量}} = \frac{14}{22} = \frac{7}{11}$$

次に 100 c.c. の酸化炭素の重量=14×(100 c.c. の水素の重量)

$$\therefore 200 \text{ c.c. の酸化炭素の重量} = 2 \times 14 \times (100 \text{ c.c. の水素の重量})$$

又た 100 c.c. の炭酸瓦斯の重量=22×(100 c.c. の水素の重量)

$$\therefore 300 \text{ c.c. の炭酸瓦斯の重量} = 3 \times 22 \times (100 \text{ c.c. の水素の重量})$$

$$\text{故に} \frac{200 \text{ c.c. の酸化炭素の重量}}{300 \text{ c.c. の炭酸瓦斯の重量}} = \frac{2 \times 14}{3 \times 22} = \frac{14}{33}$$

7. 水素の空氣に對する比重は $\frac{1}{14.4}$ (問題)(2)参照)なるにより

0°に於ける空氣一容の重量=1量とすれば

0°に於ける水素一容の重量= $\frac{1}{14.4}$ 量となる

今0°に於ける一容の空氣を攝氏度迄熱し體積を膨脹せしめて14.4容(重量は勿論1量なり)とせば此さきの空氣一容の重量は $\frac{1}{14.4}$ 量にして

0°の水素一容と同一の重量(即ち同一の比重)を有するに至るべし

而して0°に於ける一容の空氣をx°に熱するときはその體積は

$$1 \times \left(1 + \frac{x}{273}\right) \text{ 容}$$

となる故に次の關係式あるべし

$$1 \times \left(1 + \frac{x}{273}\right) = 14.4$$

$$\therefore x = (14.4 - 1) \times 273 = 3658.2 = \text{答}$$

8. 酸素一容の重量=16量とすれば

窒素一容の重量=14量となる

故に,(酸素21c.c.の重量):(窒素79c.c.の重量)=(21×16):(79×14)

此の比を百分比に改算すれば

$$\text{酸素} \dots\dots\dots \frac{21 \times 16}{21 \times 16 + 79 \times 14} \times 100 = 23.3\%$$

$$\text{窒素} \dots\dots\dots 100 - 23.3 = 76.7\%$$

9. 炭酸瓦斯の水素に對する比重 = $\frac{\text{炭酸瓦斯の密度}}{\text{水素の密度}} = 22$

酸素の水素に対する比重 = $\frac{\text{酸素の密度}}{\text{水素の密度}} = 16$

故に、 $\frac{\text{炭酸瓦斯の密度}}{\text{水素の密度}} \times \frac{\text{水素の密度}}{\text{酸素の密度}} = \frac{\text{炭酸瓦斯の密度}}{\text{酸素の密度}} = \text{炭酸瓦斯の酸素に}$

対する比重 = $\frac{22}{16} = 1.375$

10. 一定質量の気体の体積は壓力に逆比例す(ボイルの定律)即ち壓力 P なるとき気体の體積 V にして壓力 P' なるとき體積 V' ならば

$$PV = P'V'$$

の關係あり。(本文第105頁参照)

今氣體に加はる壓力が P より P' に變じたるが爲めその體積が V より V' に變じ從てその密度(單位體積の質量)が d より d' に變じたりとせば質量は不變(之を m とす)なるを以て次の關係あり

$$d = \frac{m}{V} \quad V = \frac{m}{d}$$

$$d' = \frac{m}{V'} \quad V' = \frac{m}{d'}$$

$$\therefore PV = P \frac{m}{d} \quad P'V' = P' \frac{m}{d'}$$

$$P \frac{m}{d} = P' \frac{m}{d'}$$

$$\therefore \frac{P}{d} = \frac{P'}{d'}$$

即ち氣體の密度は壓力に正比例す

第 141 頁乃至第 142 頁

1. 本文第141頁の(1)式の中に

$$W = 1.35 \quad V = 0.7296 \quad t = 13 \quad P = 76$$

を入れて計算すれば可なり

$$\frac{1.35 \times 76 \times (273 + 13)}{1.4298 \times 0.7296 \times 76 \times 273} \times 32 = 44$$

問題の解答(第141頁乃至第142頁)

2. 前と同一の式の中に

$$W = 1 \quad V = x \quad t = 50 \quad P = 76$$

を入れて x を計算すれば可なり

$$\text{分子量} = 36.5 = \frac{1 \times 76 \times (273 + 50)}{1.4298 \times x \times 76 \times 273} \times 32$$

$$\therefore x = \frac{1 \times (273 + 50)}{1.4298 \times 273} \times 32 \times \frac{1}{36.5} = 0.7255 \text{ 立}$$

3. 前と同一の式の中に

$$W = y \quad V = 1 \quad t = 25 \quad P = 76.3$$

を入れて y を計算すれば可なり。

$$\text{分子量} = \frac{y \times 76 \times (273 + 25)}{1.4298 \times 1 \times 76.3 \times 273} \times 32$$

$$\therefore y = 17 \times \frac{1.4298 \times 1 \times 76.3 \times 273}{76 \times (273 + 25)} \times \frac{1}{32} = 0.699 \text{ 立}$$

4. 前と同一の式の中に

$$W = 1.2505 \quad V = 1 \quad t = 0 \quad P = 76$$

を入れるば可なり

$$\text{窒素の分子量(酸素標準)} = \frac{1.2505 \times 76 \times 273}{1.4298 \times 1 \times 76 \times 273} \times 32 = 28.08$$

$$\therefore \text{窒素の酸素に対する比重} = \frac{28.08}{32} = 0.878$$

本文第129頁(1)式の中に

$$W = 1.2505 \quad V = 1 \quad t = 0 \quad P = 76$$

を入れて計算すれば窒素の水素に対する比重を得べし即ち

$$\frac{1.2505 \times 76 \times 273}{0.08986 \times 1 \times 76 \times 273} = 13.9$$

次に温度 18 度、壓力 75.8 厘に於ける窒素 100 c. c. の重量を求めんには第 141 頁の(1)式の中に

$$W = x \quad t = 18 \quad \text{分子量} = 28.08$$

$$V = 0.1 \quad P = 75.8$$

を入れて x を計算すれば可なり

$$28.08 = \frac{x \times 76 \times (273+18)}{1.4298 \times 0.1 \times 75.8 \times 273} \times 32$$

$$\therefore x = 28.08 \times \frac{1.4298 \times 0.1 \times 75.8 \times 273}{76 \times (273+18)} \times \frac{1}{32} = 0.117 \text{ 瓦}$$

5. 炭酸瓦斯の體積を之を造るに要する酸素の體積とは同一なるを以て(第133頁(*)を見よ)此のときに要する酸素の體積は攝氏35度壓力一氣壓即ち76厘に於て150 c. c. なり而して此の重量は

第141頁の(1)式の中に

$$W=x \quad t=35 \quad \text{分子量}=32$$

$$V=0.15 \quad P=76$$

を入れて x を計算すれば求めらる

$$32 = \frac{x \times 76 \times (273+35)}{1.4298 \times 0.15 \times 76 \times 273} \times 32$$

$$\therefore x = \frac{1.4298 \times 0.15 \times 273}{273+35} = 0.19 \text{ 瓦}$$

第 144 頁

1. 第144頁の(2)式の中に

$$W=1.35 \quad V=0.7296 \quad t=13 \quad P=75$$

を入れて計算すべし

$$M = 1.35 \times \frac{22.4}{0.7296} \times \frac{76}{75} \times \frac{273+13}{273} = 44 \text{ (約)}$$

2. 前と同一の式の中に

$$M=36.5 \quad W=1 \quad V=x \quad t=50 \quad P=76$$

を入れて x を計算すべし

$$36.5 = 1 \times \frac{22.4}{x} \times \frac{76}{76} \times \frac{273+50}{273}$$

$$\therefore x = \frac{1}{36.5} \times 22.4 \times \frac{273+50}{273} = 0.726 \text{ 立}$$

3. 前と同一の式の中に

$$M=17 \quad W=y \quad V=1 \quad t=25 \quad P=76.3$$

を入れて y を計算すべし

$$17 = y \times \frac{22.4}{1} \times \frac{76}{76.3} \times \frac{273+25}{273}$$

$$\therefore y = 17 \times \frac{1}{22.4} \times \frac{76.3}{76} \times \frac{273}{273+25} = 0.693 \text{ 瓦}$$

第 151 頁

1. 原子量推定の法(第147頁)により

$$2.016 \quad 3.024 \quad 4.032$$

の最大公約数を求めれば可なり即ち1.008を以て此の元素の原子量とす

2. 炭酸瓦斯の重量組成より酸素八量と化合すべき炭素の量即ち炭素の當量を求めれば

$$\frac{27.27}{72.73} \times 8 = 3$$

を得而して炭素の原子量は12なるによりその當量の四倍はその原子量に當る(3×4=12)

3. 窒素の當量は14の三分の一なるが故に水素一量と化合する窒素の量は $\frac{14}{3}$ なり此の割合を百分比にすれば

$$\text{窒素} \frac{\frac{14}{3}}{1 + \frac{14}{3}} \times 100 = \frac{14}{17} \times 100 = 82.4$$

$$\text{水素} \dots\dots\dots 100 - 82.4 = 17.6$$

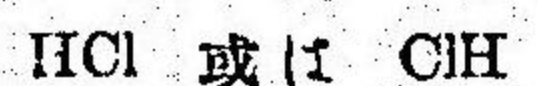
4. 酸素の一瓦分子(32瓦)の體積は標準溫度及壓力に於て22.4立なるを以てその一瓦原子(16瓦)の體積は此の二分の一即ち11.2立なり之を15°C, 75.5cmのときに改算すべし

$$11.2 \times \frac{76}{75.5} \times \frac{273+15}{273} = 11.9 \text{ 立}$$

5. 鹽素の原子量は 35.5 にして分子量は $2 \times 35.5 = 71$ ならば鹽素の
100 瓦は $\frac{100}{71} = 1.41$ 瓦分子にして $\frac{100}{35.5} = 2.82$ 瓦原子に當る

第 154 頁

1. 鹽化水素の一分子量 (35.5) は水素一原子量 (1) と鹽素一原子量
(35.5) とよりなるを以てその分子式は



なり

2. 炭酸瓦斯は CO_2 なる分子式を有す故にその分子量は

$$\text{CO}_2 = 12 + 2 \times 16 = 44$$

その組成は

炭酸瓦斯 - 分子量は炭素一原子量と酸素二原子量とよりなる

之を瓦にて云へば

炭酸瓦斯 44 瓦は炭素 12 瓦と酸素 32 とよりなる

次に之を百分比にて示せば

炭酸瓦斯の 100 量は

$$\text{炭素} \frac{12}{44} \times 100 = 27.27 \text{ 量}$$

$$\text{酸素} 100 - 27.27 = 72.73 \text{ 量}$$

よりなる

3.

$$\text{N}_2 = 14 \times 2 = 28 \text{ 瓦}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 12 \times 6 + 1 \times 6 = 78 \text{ 瓦}$$

$$\text{CO} = 12 + 16 = 28 \text{ 瓦}$$

此等の氣體の有する體積は同溫度に於て相等しくして零度に於ては

22.4 立(約)なり故に 95 度にては

$$22.4 \times \left(1 + \frac{95}{273}\right) = 30.2 \text{ 立(約)}$$

さなる

4. 過酸化窒素(分子式 NO_2) の分子量は

$$\text{NO}_2 = 14 + 16 \times 2 = 46$$

故にその酸素に對する比重は

$$\frac{46}{32} = 1.44$$

次に過酸化窒素の一立の重量は

$$\frac{46}{22.4} \text{ 瓦}$$

なり(是れその一瓦分子(46瓦)は 22.4 立の體積を占むるを以てなり)

而して空氣一立の重量は 1.293 瓦ならば過酸化窒素の空氣に對する比重は

$$\frac{\left(\frac{46}{22.4}\right)}{1.293} = \frac{46}{1.293 \times 22.4} = 1.59 \text{ なり}$$

第162頁乃至第164頁

1. ナトリウム (Na) の原子量 23, 酸素 (O) の原子量 16, 水素 (H) の原子量 1 なり故に

	原子量の數の割合
ナトリウム $\frac{57.5}{23} = 2.5$	1
酸素 $\frac{40.0}{16} = 2.5$	1
水素 $\frac{2.5}{1} = 2.5$	1

即ち苛性ソーダの組成は

ナトリウム	一原子量
酸素	一原子量

水 素 一原子量

の割合なり依てその実験式は

NaOH 或は NaHO 又は OHNa 若くは HONa なり

2. 炭素の原子量 12 酸素の原子量 16

$$\text{故に 炭素} \frac{42.86}{12} = 3.57 \quad \text{原子量の数の割合} \\ \text{炭素} \frac{57.14}{16} = 3.57 \quad 1$$

即ち酸化炭素の組成は炭素一原子量に付き酸素一原子量なる割合なり依て組成を最も簡単に示す実験式は

CO 又たは OC なり

次に酸化炭素の分子量 = (酸素に対する比重) × 32 = 0.875 × 32 = 28 而して酸化炭素の実験式 CO の示す量は

$$CO = 12 + 16 = 28$$

故にその分子式は

CO 又たは OC なり

3. アルコールの化学式は C₂H₆O なるを以てその組成は

$$\left. \begin{array}{l} \text{炭素(C) 二原子量 } 12 \times 2 = 24 \\ \text{水素(H) 六原子量 } 1 \times 6 = 6 \\ \text{酸素(O) 一原子量 } \dots\dots 16 \\ \text{和 } 46 \end{array} \right\} \text{の割合}$$

之を百分組成に改算すれば

$$\text{炭素} \frac{24}{46} \times 100 = 52.17$$

$$\text{水素} \frac{6}{46} \times 100 = 13.04$$

$$\text{酸素} 100 - (52.17 + 13.04) = 34.79$$

4. 炭酸瓦斯の化学式 CO₂ によれば炭素一原子量 12 は酸素二原子量

32 と化合すべきなり依て酸素 8 量と化合すべき炭素の量即ち當量は

$$\frac{12}{32} \times 8 = 3 \text{ なり}$$

5. 當量の比にて單體が化合するものなれば窒素と酸素との化合物の組成は

$$\text{窒素の一當量即ち} 4 \frac{2}{3} = \frac{14}{3}$$

$$\text{酸素の一當量即ち} \dots\dots\dots 8$$

$$\text{今 } \frac{14}{3} : 8 = 14 : 24$$

而して窒素の原子量は 14 にして酸素の原子量は 16 なるを以て此の化合物の組成は

$$\left. \begin{array}{l} \text{窒素 14 量即ち一原子量} \dots\dots\dots \text{二原子量} \\ \text{酸素 24 量即ち1.5原子量} \dots\dots\dots \text{三原子量} \end{array} \right\} \text{の割合}$$

依てその化学式は N₂O₃ 又は O₃N₂ なり

$$6 \text{ (イ) } Cl_2 = 2 \times 35.5 = 71 = \text{分子量}, 71 \text{ 瓦} = \text{一瓦分子}$$

$$\text{その酸素に対する比重} = \frac{71}{32} = 2.2$$

$$\text{(ロ) } NH_3 = 14 + 3 \times 1 = 17 = \text{分子量}, 17 \text{ 瓦} = \text{一瓦分子}$$

$$\text{その酸素に対する比重} = \frac{17}{32} = 0.53$$

7. 氣體の一瓦分子(M瓦)の體積は標準溫度及び一氣壓に於て約 22.4 立なるが故にその一瓦の體積(V)は $V = \frac{22.4}{M}$ 立(約) M は分子量

$$\text{(イ) } N_2 = 28 = M \therefore V = \frac{22.4}{28} = 0.8 \text{ 立(約)}$$

$$\text{(ロ) } CH_4 = 12 + 4 \times 1 = 16 = M \therefore V = \frac{22.4}{16} = 1.4 \text{ 立(約)}$$

8. 氣體の一瓦分子(M瓦)の體積は 15°C, 75.6 釐に於て

$$22.4 \times \frac{76}{75.6} \times \frac{273 + 15}{273} = 23.8 \text{ (約)}$$

故にその一瓦の體積(V)は同じ溫度及び壓力に於て

$$V = \frac{23.8}{M} \text{ 立(約) } M = \text{分子量}$$

(イ) $O_3 = 3 \times 16 = 48 = M \therefore V = \frac{23.8}{48} = 0.5 \text{立(約)}$

(ロ) $SH_2 = 32 + 2 \times 1 = 34 = M \therefore V = \frac{23.8}{34} = 0.7 \text{立(約)}$

9. 本文第162頁の公式 $\frac{V}{22.4} \times M$ の中に $V=1, M=$ 分子量を入れて計算すれば可なり

(イ) $H_2 = 2 = M \therefore \frac{1}{22.4} \times 2 = 0.09 \text{瓦(約)}$

(ロ) $CH = 12 + 1 = 13 = M \therefore \frac{1}{22.4} \times 13 = 0.58 \text{瓦(約)}$

10. 本文第162頁の公式

$$Z = V' \times \frac{P}{76} \times \frac{273}{273+t} \times \frac{M}{22.4} \text{ (瓦)}$$

の中に $V'=150 \text{c.c.} = 0.15 \text{立}, P=75, t=130$

$$M = H_2O \text{ の表は } \text{数} = 2 + 16 = 18$$

を入れて計算すれば可なり.

$$Z = 0.15 \times \frac{75}{76} \times \frac{273}{273+130} \times \frac{18}{22.4} = 0.08 \text{瓦(約)}$$

第167頁乃至第171頁

1. Nの数より $x = 2z$

Oの ,, $x = u$

Hの ,, $2y = 2u$

$\therefore x = 2z = u = y$

今 $z=1$ とすれば

$$x=2, y=2, u=2$$

となり何れも皆整数となる

故に $2NO + 2H_2 = N_2 + 2H_2O$

2. Cuの数り $a = c \dots\dots\dots (1)$

H ,, $b = 2c \dots\dots\dots (2)$

N ,, $b = 2c + d \dots\dots\dots (3)$

O ,, $3b = 6c + d + e \dots\dots\dots (4)$

(4) と (3) とより $2b = 4c + e$ 之と (2) とより $4c = 3e$

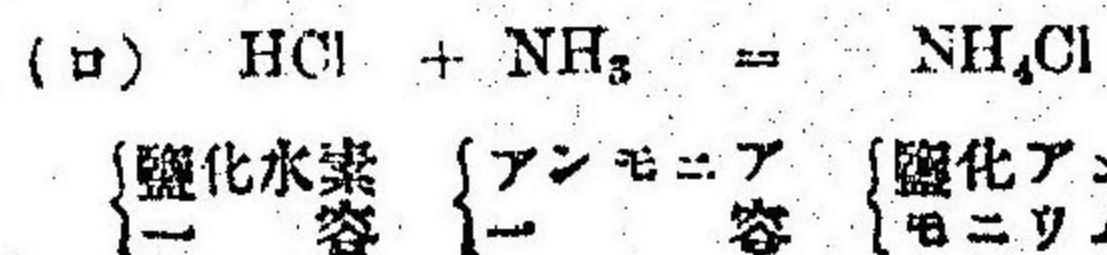
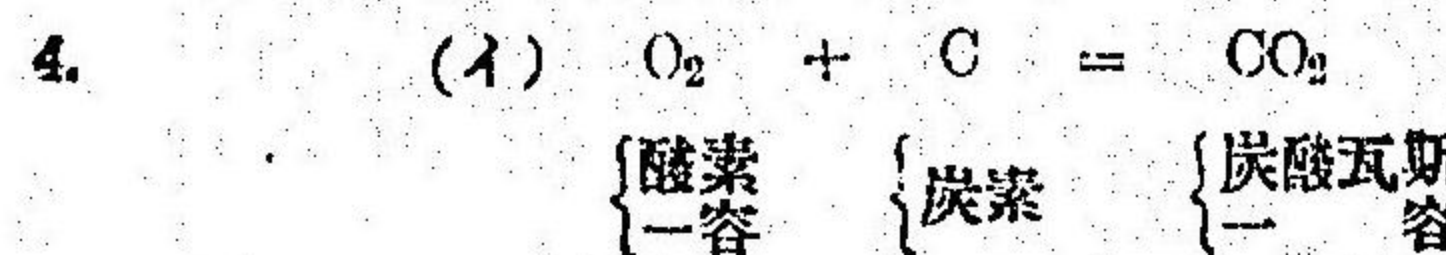
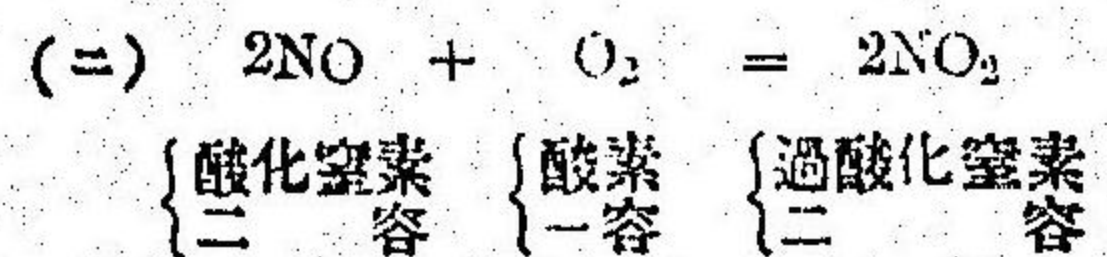
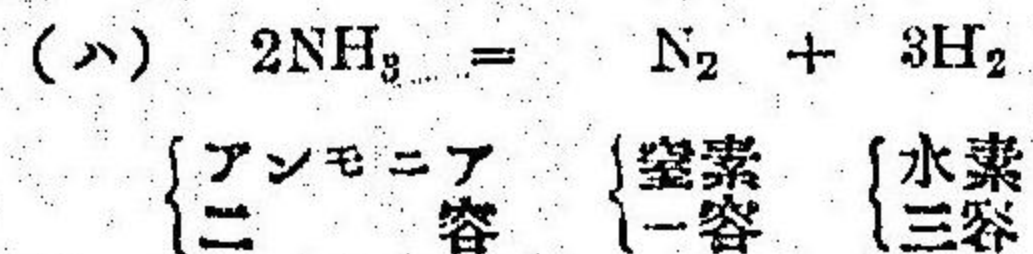
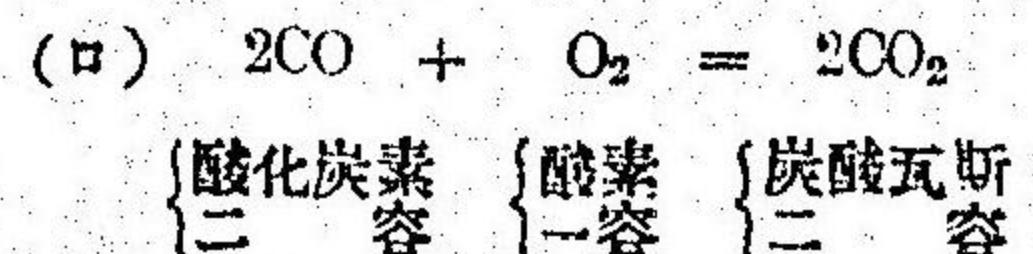
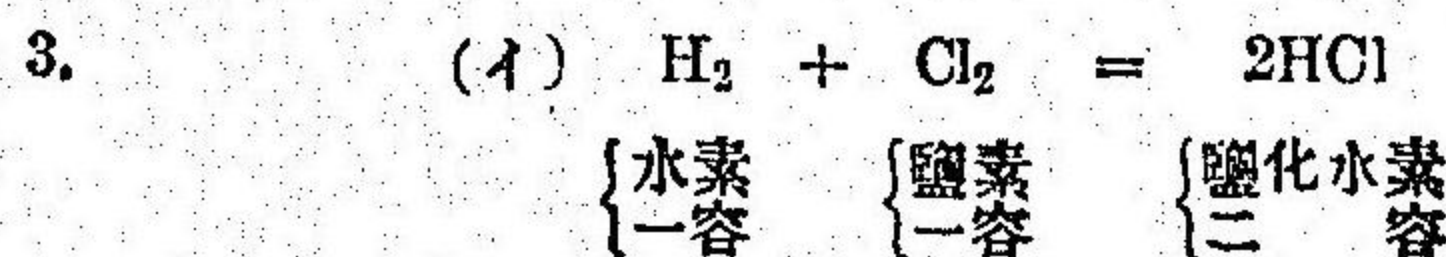
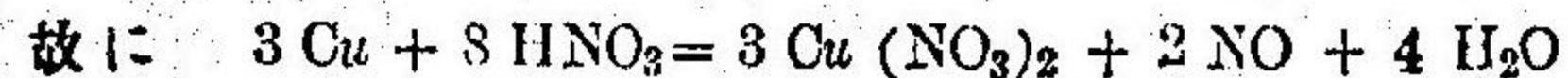
$\therefore e = \frac{4}{3}c = \frac{4}{3}a \text{ [(1)より]} \dots\dots (5)$

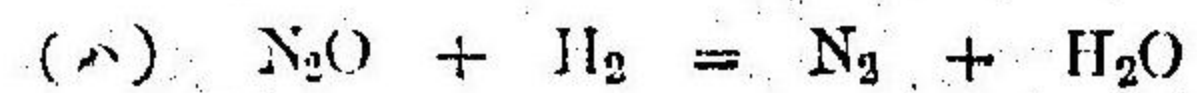
(2) より $b = 2c = \frac{8}{3}a \text{ [(5)より]} \dots\dots (6)$

(3) より $d = b - 2c = \frac{8}{3}a - 2a \text{ [(6)及(1)]} = \frac{2}{3}a$

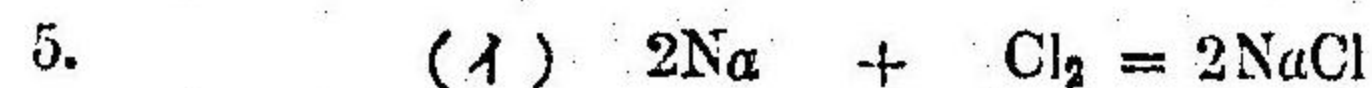
$\therefore b = \frac{8}{3}a, c = a, d = \frac{2}{3}a, e = \frac{4}{3}a$

今 $a=3$ とすれば $b=8, c=3, d=2, e=4$ となり皆整数となる

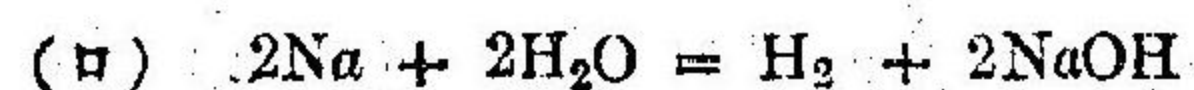




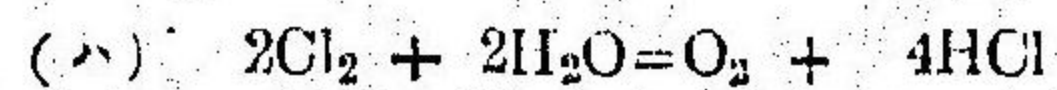
{亞酸化窒素} {水素} {窒素} 水
 {窒素一容} {一容} {一容}



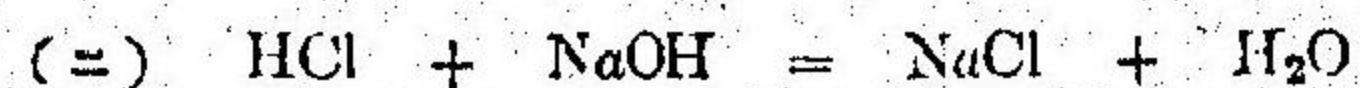
{ナトリウム} 鹽素 食鹽



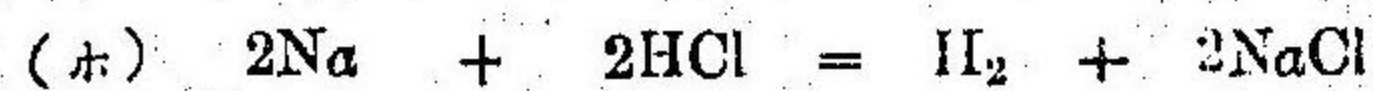
{ナトリウム} 水 水素 苛性ソーダ



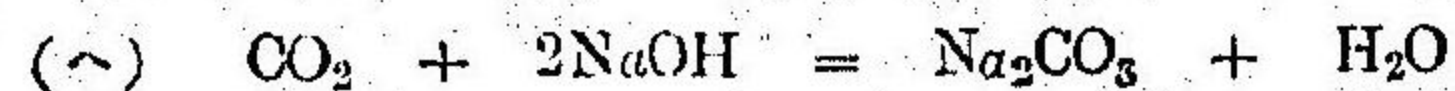
鹽素 水 酸素 鹽化水素



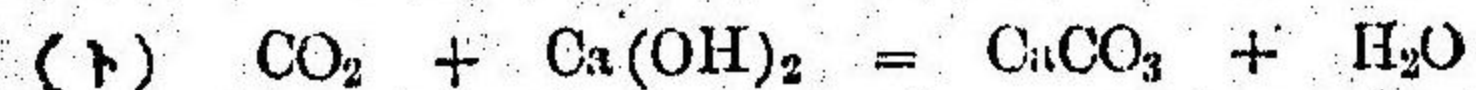
鹽酸 苛性ソーダ 食鹽 水



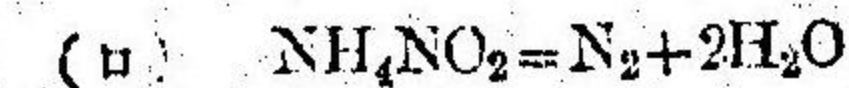
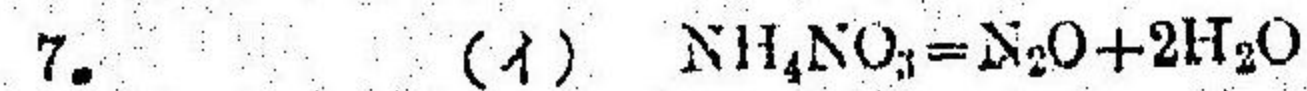
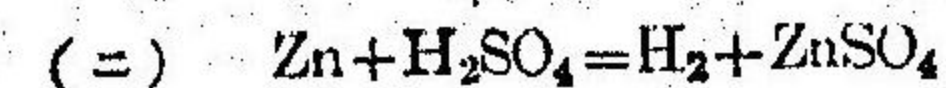
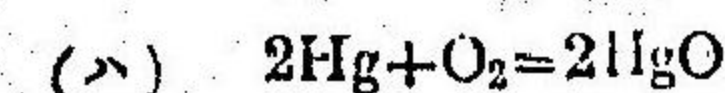
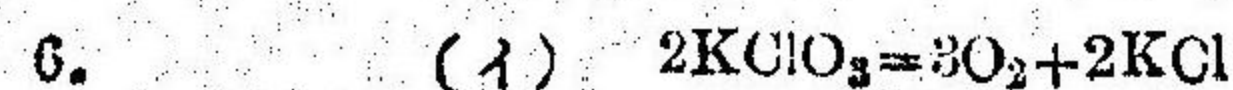
ナトリウム 鹽化水素 水素 食鹽



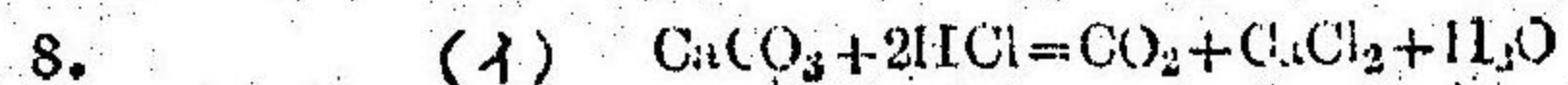
{炭酸瓦斯} {苛性ソーダ} {炭酸ナトリウム} 水



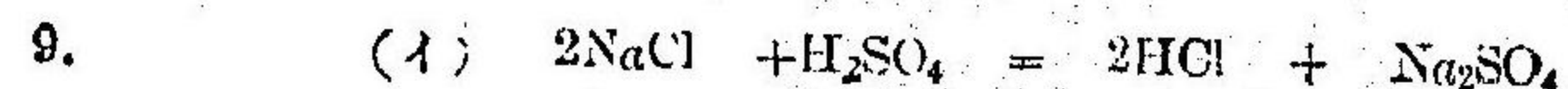
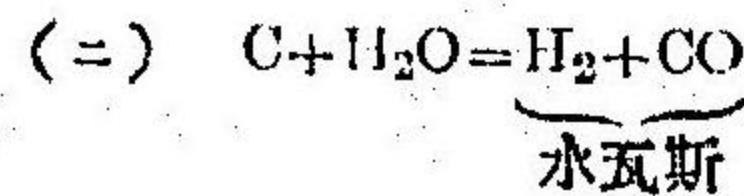
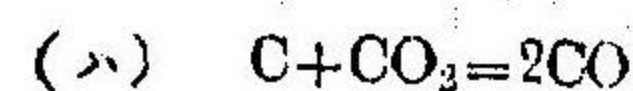
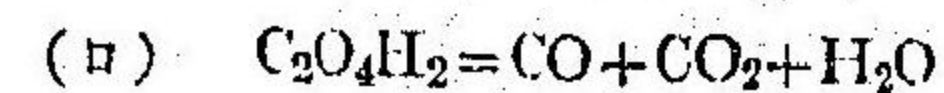
石灰水 {炭酸カルシウム}



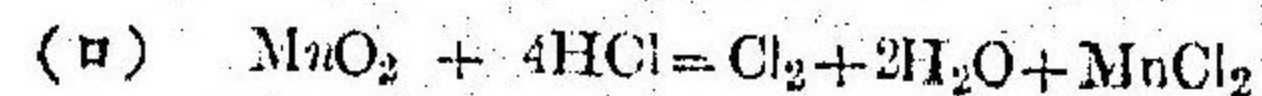
{鹽化アンモニウム} 鹽化水素 アンモニア



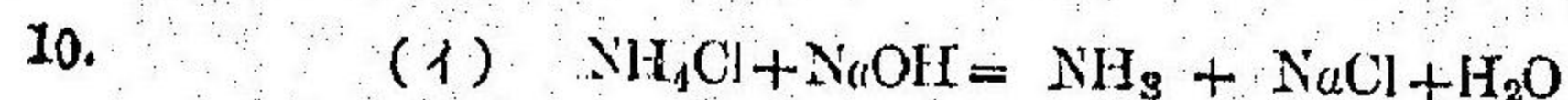
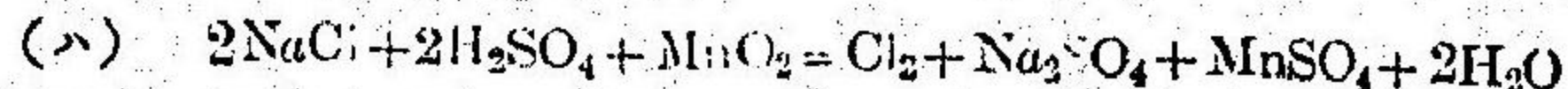
水



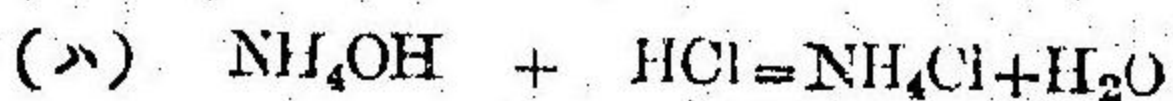
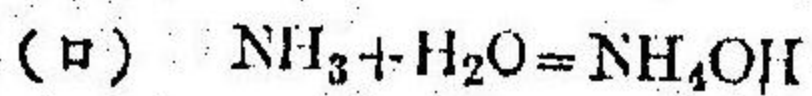
食鹽 硫酸 鹽化水素 硫酸ナトリウム



鹽酸 鹽素



アンモニア



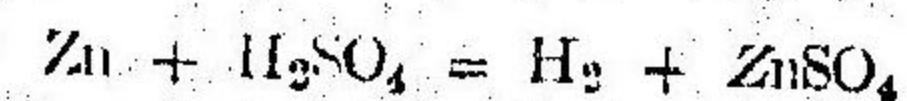
{水酸化アンモニウム} {鹽化アンモニウム}

第172頁乃至第175頁

1. 先づ温度15度のときの水素10000 c.c. 即ち10立の體積を温度零度のときのものに改算するを要す之をXとすれば

$$X = 10 \times \frac{273}{273+15} \quad (\text{立})$$

而して温度零度に於て $10 \times \frac{273}{273+15}$ 立を占むる水素を得るに要する亜鉛の量を求めば可なり

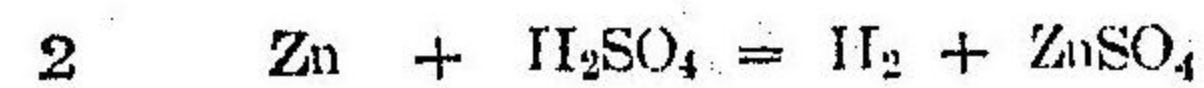


65瓦 22.4立

故に求むる亜鉛の量(Y)は

$$Y = 65 \times \frac{1}{22.4} \times 10 \times \frac{273}{273+15} = 27.51$$

答約28瓦



$$98 \text{ 瓦} \quad 22.4 \text{ 立}$$

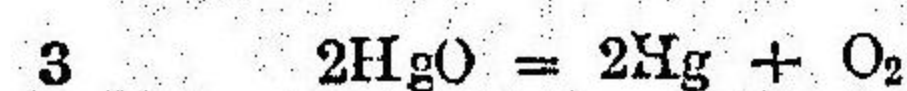
故に零度に於ける $10 \times \frac{273}{273+15}$ 立の水素を得るに要する硫酸の量は

$$98 \times \frac{1}{22.4} \times 10 \times \frac{273}{273+15} \text{ (瓦)}$$

依て此の量を有する稀硫酸(10%の純硫酸を含む)の量は

$$\left(98 \times \frac{1}{22.4} \times 10 \times \frac{273}{273+15}\right) \times \frac{100}{10} = 414.7$$

答 415 瓦(約)



$$432 \text{ 瓦} \quad 22.4 \text{ 立}$$

$$(2\text{HgO} = 2 \times (200 + 16) = 432)$$

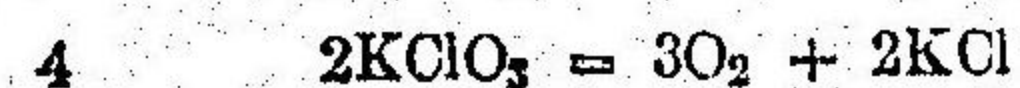
故に 60 瓦の酸化水銀(HgO)より生ずべき酸素の體積は攝氏零度、壓力 76 厘のとき

$$22.4 \times \frac{60}{432} \text{ (立)}$$

なり次に之を攝氏 10 度、壓力 75.8 厘のときに改算すれば可なり即ち

$$22.4 \times \frac{60}{432} \times \frac{76}{75.8} \times \frac{273+10}{273} = 3.23 \text{ 立}$$

さなる



$$2 \times 122.5 \text{ (瓦)} \quad 3 \times 22.4 \text{ (立)}$$

$$(\text{KClO}_3 = 39 + 35.5 + 3 \times 16 = 122.5)$$

而して温度 -8 度のときの酸素 3 立を温度零度にて測れば

$$3 \times \frac{273}{273+18} \text{ (立)}$$

さなる

便て求むる鹽酸加里の量(X)は

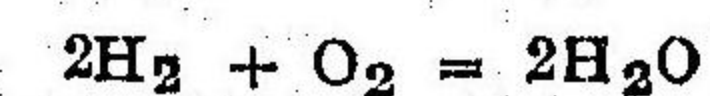
$$3 \times 22.4 : 3 \times \frac{273}{273+18} = 2 \times 122.5 : X$$

$$\therefore X = 3 \times \frac{273}{273+18} \times 2 \times 122.5 \times \frac{1}{3 \times 22.4} = 10.3 \text{ 瓦}$$

5. 温度 16 度、壓力 75 厘のときの水素一立は温度零度、壓力 76 厘にては

$$1 \times \frac{75}{76} \times \frac{273}{273+16} \text{ (立)}$$

さなる

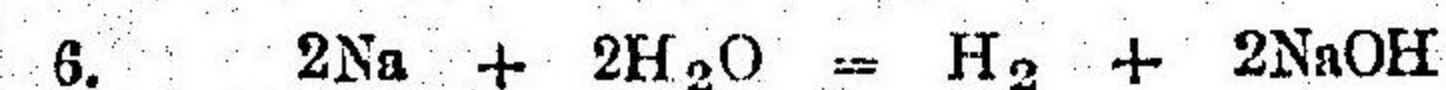


$$2 \times 22.4 \text{ (立)} \quad 2 \times 18 \text{ (瓦)}$$

故に求むる水の量(X)は

$$2 \times 22.4 : 1 \times \frac{75}{76} \times \frac{273}{273+16} = 2 \times 18 : X$$

$$\therefore X = 1 \times \frac{75}{76} \times \frac{273}{273+16} \times 2 \times 18 \times \frac{1}{2 \times 22.4} = 0.75 \text{ 瓦}$$



$$2 \times 23 \text{ (瓦)} \quad 22.4 \text{ (立)} \quad 2 \times 40 \text{ (瓦)}$$

$$(\text{NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40)$$

故に 12.8 瓦のナトリウムを用ひて得らるる苛性ソーダの量は

$$2 \times 40 \times \frac{12.8}{2 \times 23} = 22.3 \text{ 瓦}$$

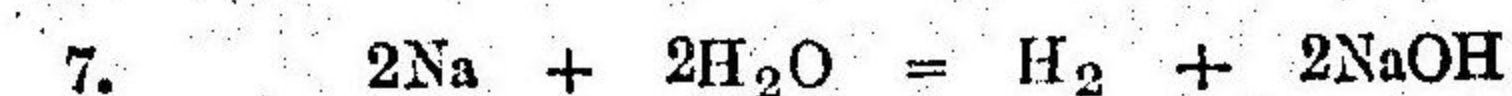
にして水素の體積は攝氏零度にて

$$22.4 \times \frac{12.8}{2 \times 23} \text{ (立)}$$

なり之を攝氏 12 度にて測れば

$$22.4 \times \frac{12.8}{2 \times 23} \times \left(1 + \frac{12}{273}\right) = 6.5 \text{ 立}$$

さなる

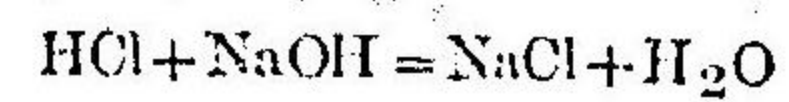


$$2 \times 23 \text{ (瓦)} \quad 2 \times 40 \text{ (瓦)}$$

故に所要のナトリウムの量は 23 瓦なり

8. 10%のHClを有する鹽酸50瓦中にあるHClの量は

$$50 \times \frac{10}{100} = 5 \text{ (瓦)}$$



$$36.5 \text{ 瓦} \quad 40 \text{ 瓦}$$

依て5瓦のHClを中和する苛性ソーダ(NaOH)の量は

$$40 \times \frac{5}{36.5} \text{ 瓦}$$

なり而して此の量を有する苛性ソーダ液(15%のNaOHを含む)の量は

$$40 \times \frac{5}{36.5} \times \frac{100}{15} = 36.5 \text{ 瓦}$$

なり

9. 前題の解に於て述べたる如く10%のHClを有する鹽酸50瓦を中和するに要する苛性ソーダは $40 \times \frac{5}{36.5}$ 瓦なるべし然るに實際45瓦の苛性ソーダ液を要したり

故に45瓦の苛性ソーダ液中には $40 \times \frac{5}{36.5}$ 瓦のNaOHを有し得るを知る依て100瓦の液中には

$$40 \times \frac{5}{36.5} \times \frac{100}{45} = 12.2 \text{ 瓦(約)}$$

のNaOHを有す即ち12.2%のNaOHを含む液なり

10. 攝氏18度のときの鹽化水素1.5立を溫度零度のときに改算せよ即ち

$$1.5 \times \frac{273}{273+18} \text{ (立)}$$

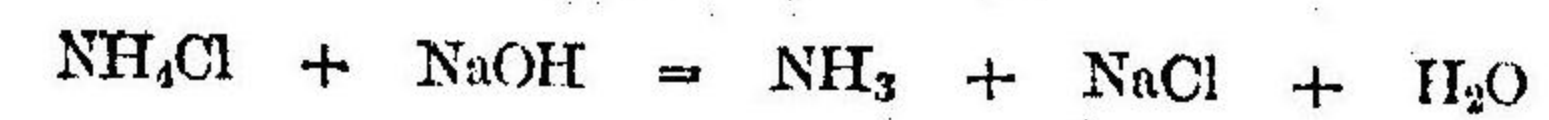
而して



故に此の鹽化水素を化合せしむるに要するアンモニアの體積は零度に於て

$$1.5 \times \frac{273}{273+18} \text{ (立)}$$

なり次に



$$53.5 \text{ (瓦)} \quad 40 \text{ 瓦} \quad 22.4 \text{ (立)}$$

$$(\text{NH}_4\text{Cl} = 14+4+35.5 = 53.5)$$

故に $1.5 \times \frac{273}{273+18}$ 立のアンモニアを得るに要する鹽化アンモニア

Aの量は

$$53.5 \times \frac{1}{22.4} \times 1.5 \times \frac{273}{273+18} = 3.4 \text{ 瓦}$$

にして苛性ソーダの量は

$$40 \times \frac{1}{22.4} \times 1.5 \times \frac{273}{273+18} = 2.6 \text{ 瓦 なり。}$$

11. 攝氏10度に於けるアンモニア100立は零度に於ては

$$100 \times \frac{273}{273+10} \text{ (立)}$$

なり



即ち22.4立のアンモニアを有するアンモニア水を中和するには36.5

瓦のHClを要すべきにより $100 \times \frac{273}{273+10}$ 立のアンモニアのときは

$$\frac{36.5}{22.4} \times 100 \times \frac{273}{273+10} \text{ (瓦)}$$

のHClを要す故に所要の鹽酸(16%のHClを含む)の量は

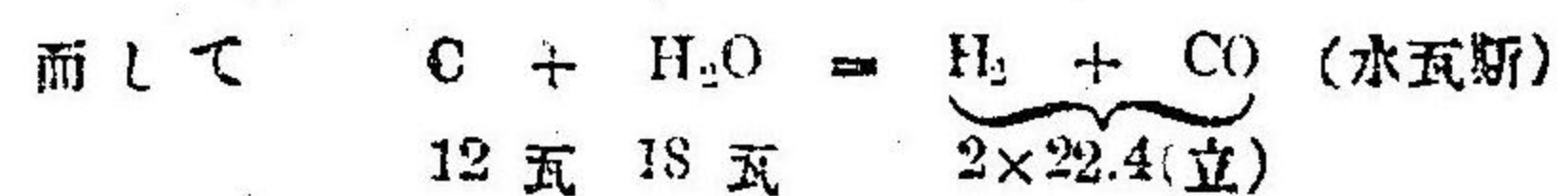
$$\frac{36.5}{22.4} \times 100 \times \frac{273}{273+10} \times \frac{100}{16} = 933 \text{ 瓦}$$

なり

12. 攝氏15度のときの水瓦斯10立は零度に於ては

$$100 \times \frac{273}{273+15} \text{ (立)}$$

なり



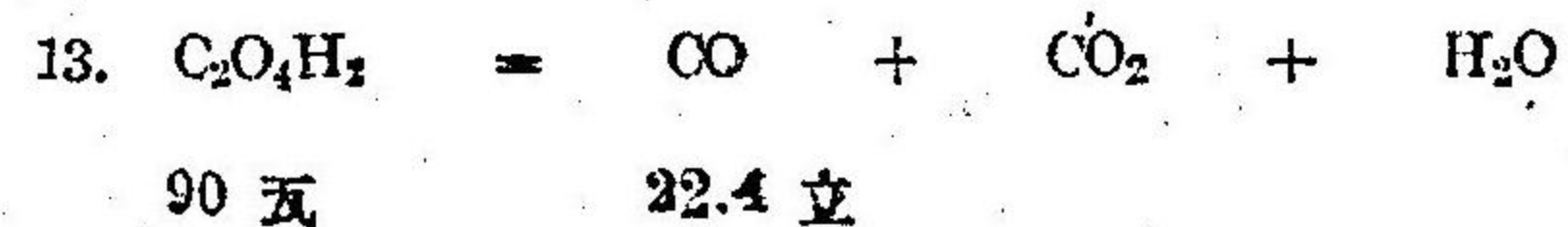
故に所要の炭の量は

$$\frac{12}{2 \times 22.4} \times 100 \times \frac{273}{273+15} = 25.4 \text{ 瓦}$$

にして水の量は

$$\frac{18}{2 \times 22.4} \times 100 \times \frac{273}{273+15} = 38.1 \text{ 瓦}$$

なり



$$(\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2 = 12 \times 2 + 16 \times 4 + 1 \times 2 = 90)$$

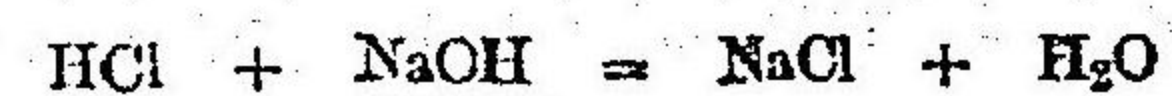
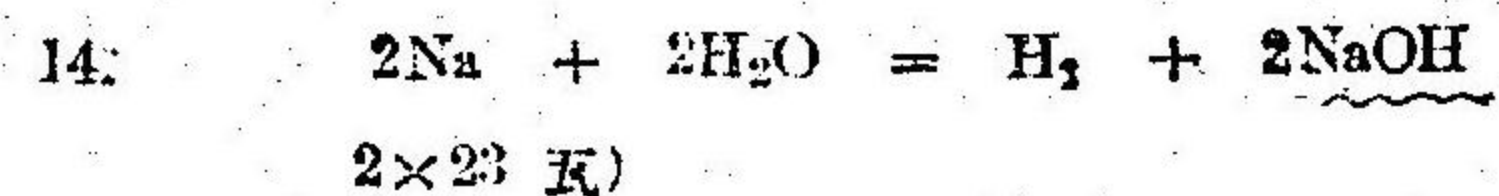
故に此の際生すべき酸化炭素の體積は零度、壓力 76 匁に於て

$$\frac{22.4}{90} \times 150 \text{ (立)}$$

なり之を攝氏 18 度、壓力 76.2 匁に於て測れば

$$\frac{22.4}{90} \times 150 \times \frac{76}{76.2} \times \frac{273+18}{273} = 39.7 \text{ 立}$$

さなる



$$36.5 \text{ 瓦} \qquad \qquad \qquad 58.5 \text{ 瓦}$$

$$(\text{HCl} = 1 + 35.5 = 36.5 \quad \text{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5)$$

即ち 23 瓦のナトリウムを用ひて造りたる苛性ソーダを中和するに

36.5 瓦の HCl を要し 58.5 瓦の食鹽を得べきなり

故に 100 瓦のナトリウムを用ふるときは

$$\frac{58.5}{23} \times 100 = 254.3 \text{ 瓦}$$

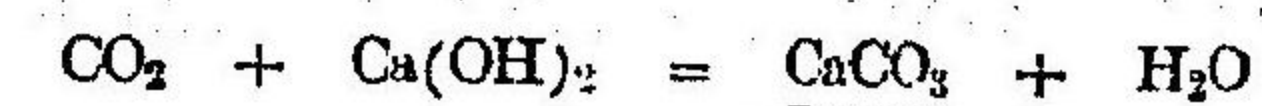
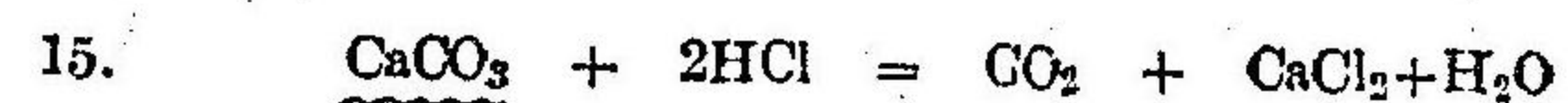
の食鹽を得べし而して所要の HCl の量は

$$\frac{36.5}{23} \times 100 \text{ (瓦)}$$

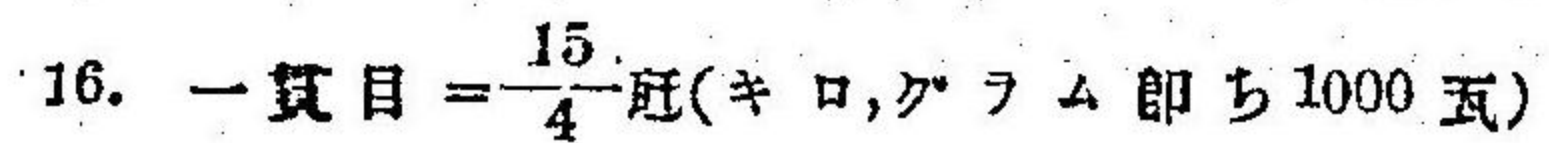
にして鹽酸(25%のHClを有す)の量は

$$\frac{36.5}{23} \times 100 \times \frac{100}{25} = 634.8 \text{ 瓦}$$

なり



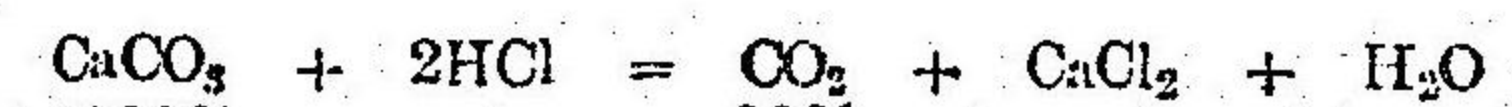
故に同じく 100 瓦の炭酸カルシウムの白濁を得べし



$$\text{故に千貫目} = 1000 \times \frac{15}{4} \text{ 匁} = 10^3 \times \frac{15}{4} \times 10^3 \text{ 瓦}$$

$$\text{一立} = 1000 \text{ c.c.} = 1000 \times \left(\frac{1}{100}\right)^3 \text{ 立方尺}$$

$$= 1000 \times \left(\frac{3.3}{100}\right)^3 \text{ 立方尺} = \left(\frac{3.3}{10}\right)^3 \text{ 立方尺}$$



$$100 \text{ 瓦} \qquad \qquad \qquad 22.4 \text{ 立}$$

$$(\text{CaCO}_3 = 40 + 12 + 3 \times 16 = 100)$$

故に千貫目即ち $10^3 \times \frac{15}{4} \times 10^3$ 瓦の大理石を用ひて得らるべき炭酸

瓦斯の體積は溫度零度のとき

$$\frac{22.4}{100} \times 10^3 \times \frac{15}{4} \times 10^3 = 22.4 \times \frac{15}{4} \times 10^4 \text{ (立)}$$

にして溫度 14 度のとき

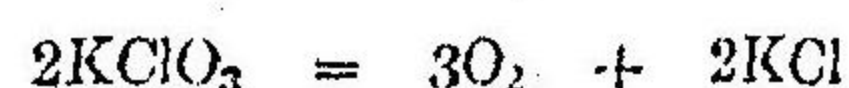
$$22.4 \times \frac{15}{4} \times 10^4 \times \frac{273+14}{273} \text{ (立)}$$

なり之を立方尺に改算すれば

$$22.4 \times \frac{15}{4} \times 10^4 \times \frac{273+14}{273} \times \left(\frac{3.3}{10}\right)^3 = 31735.1 \text{ 立方尺}$$

となる

17. 一匁 = $\frac{15}{4}$ 瓦 一立 = $\left(\frac{3.3}{10}\right)^3$ 立方尺



$$2 \times 122.5(\text{匁}) \quad 3 \times 32(\text{匁}) \quad 2 \times 74.5(\text{匁})$$

$$\text{KClO}_3 = 39 + 35.5 + 3 \times 16 = 122.5$$

$$\text{KCl} = 39 + 35.5 = 74.5$$

故に 300 匁の鹽酸加里を用ひて得らるべき鹽化カリウムの量は

$$\frac{2 \times 74.5}{2 \times 122.5} \times 300 = 182.44 \text{ 匁}$$

にして酸素の量は

$$\frac{3 \times 32}{2 \times 122.5} \times 300 = 117.55 \text{ 匁}$$

なり此の酸素の體積を求めんには先づ之を瓦に改算すべし

$$\frac{3 \times 32}{2 \times 122.5} \times 300 \times \frac{15}{4} \text{ (瓦)} \dots\dots\dots (a)$$

次に酸素の一瓦分子 (32 瓦) は攝氏零度に於て 22.4 立の體積を占む

るを以て (a) なる酸素の有する體積は零度に於て

$$\frac{3 \times 32}{2 \times 122.5} \times 300 \times \frac{15}{4} \times \frac{22.4}{32} \text{ (立)}$$

にして攝氏 10 度に於ては

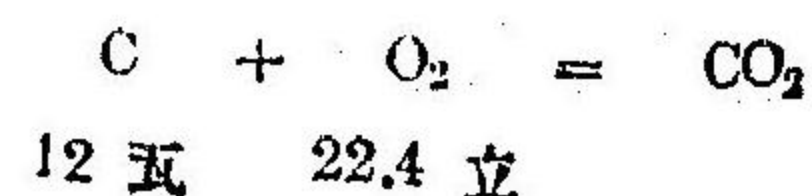
$$\frac{3 \times 32}{2 \times 122.5} \times 300 \times \frac{15}{4} \times \frac{22.4}{32} \times \frac{273+10}{273} \text{ (立)}$$

なり之を立方尺に改算すれば

$$\frac{3 \times 32}{2 \times 122.5} \times 300 \times \frac{15}{4} \times \frac{22.4}{32} \times \frac{273+10}{273} \times \left(\frac{3.3}{10}\right)^3 = 11.5 \text{ 立方尺}$$

となる

18. 一立の空氣中にある酸素の體積は 0.21 立なり



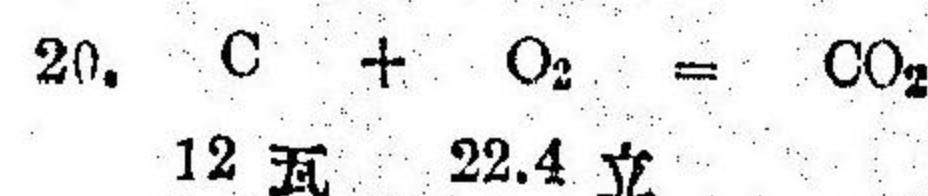
故に燃やし得る炭の量は

$$\frac{12}{22.4} \times 0.21 = 0.11 \text{ 瓦(約)}$$

なり



故に燃やし得る水素の體積は $2 \times 0.21 = 0.42$ 立なり



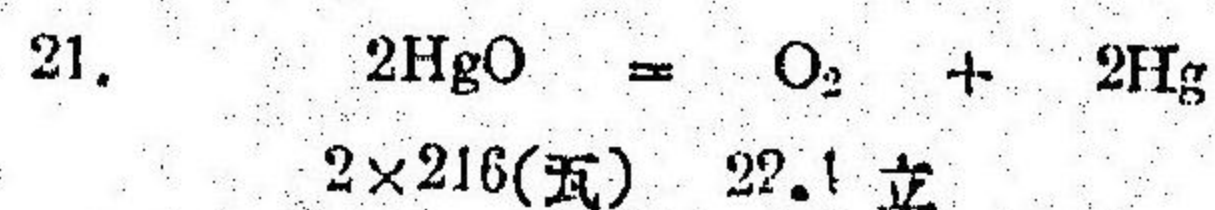
故に此の際要する酸素の體積は

$$\frac{22.4}{12} \times 3 \text{ (立)}$$

にして之を含む空氣の體積は

$$\frac{22.4}{12} \times 3 \times \frac{100}{21} = 26.7 \text{ 立}$$

なり



故に 100 瓦の酸化水銀を用ひて得べき酸素の體積は攝氏零度、壓力 76 厘に於て

$$\frac{22.4}{2 \times 216} \times 100 \text{ (立)}$$

なり依て所要の壓力(x)を求めんには第 121 頁の(23)式の中に

$$t = 0 \quad P = 76 \quad V = \frac{22.4}{2 \times 216} \times 100$$

$$t_1 = 15 \quad P_1 = x \quad V_1 = 10$$

を代入して計算すべし

$$10 = \frac{22.4}{2 \times 216} \times 100 \times \frac{76}{x} \times \frac{273+15}{273}$$

$$\therefore x = \frac{22.4}{2 \times 216} \times 100 \times 76 \times \frac{273+15}{273} \times \frac{1}{10} = 41.6 \text{ 厘}$$

第 185 頁

$$1. \quad \text{原子價} = \frac{\text{原子量}}{\text{當量}} = \frac{56}{28} = 2$$

2. CaCl_2 より見ればカルシウム(Ca)の一原子は鹽素(Cl)即ち一價元素の二原子と化合するによりカルシウムの原子價は二なり

$$\text{次に} \quad \text{當量} = \frac{\text{原子量}}{\text{原子價}} = \frac{40}{2} = 20$$

3. SO_3 によりて硫黄(S)の原子價は6なり(第182頁)

4. CuS によれば銅一原子と硫黄一原子とは互に化合すべきが故に銅の原子價は硫黄の原子價と等しくして二なり

5. 燐と酸素との原子價の比は5:2 ならば此等二元素の化合に與かるべき原子の数の比は2:5なり

即ち燐の二原子は酸素の五原子と化合すべきが故に此の化合物の化學式は P_2O_5 なり

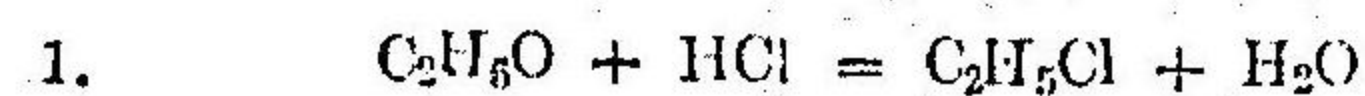
$$6. \quad \text{P}_2\text{O}_5 = 2 \times 31 + 5 \times 16 = 142$$

$$\text{分子量} = 142 \times 2$$

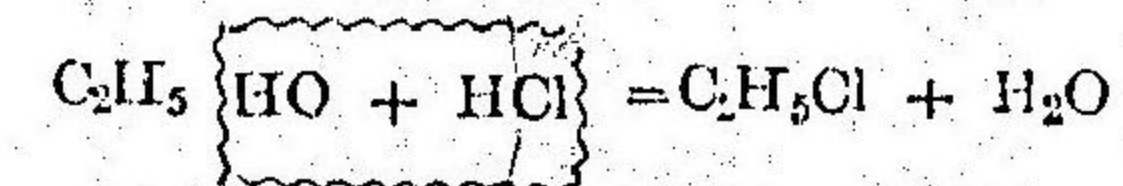
故に分子式は P_4O_{10} なり

7. H_2O より酸素の原子價は二價なるを知り CO_2 より炭素の原子價は四價なるを知る而して水素の原子價は一なるを以て水素と炭素との互に化合するときの原子数の比は4:1なり故にその化學式は H_4C となる。

第192頁乃至第193頁



の反應にありては先づ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ は C_2H_5 と HO とに分たれ同時に HCl は H と Cl とに分たれ而して置換作用起り C_2H_5 と Cl とが結合して $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ を造り HO と H とが結合して H_2O を造るものと考へらる即ち



故にアルコール($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)の示性式は $\text{C}_2\text{H}_5(\text{HO})$ 又は $\text{C}_2\text{H}_5(\text{OH})$ なり。

2. 硫酸基(SO_4)は二價にして銀 Ag は一價なれば此等の化合すべきときの原子数の比は1:2なるべし依てその化合物の化學式は SO_4Ag_2 なり。

3. 硫酸基(SO_4)は二價にしてアンモニウム基(NH_4)は一價なればその化合物の化學式は $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ なり。

4. 硫酸基(SO_4)は二價にして銅(Cu)は二價なるによりその化合物の化學式は SO_4Cu なり。

5. 硫酸基(SO_4)は二價にしてアルミニウム(Al)は三價なれば此等の互に化合するときの原子数の比は3:2なり依てその化學式は $(\text{SO}_4)_3\text{Al}_2$ となる。

6. (OH) 基は一價にしてアルミニウム(Al)は三價なればその化合物の化學式は $(\text{OH})_3\text{Al}$ なり。

7. H_2CO_3 によれば (CO_3) 基一個は水素二原子と結合するが故に (CO_3) 基の價は二にしてその當量は CO_3 の示す量 $(12+3 \times 16=60)$ の二分の一即ち30なり

8. 炭酸基(CO_3)は二價にして鉛(Pb)は二價なるを以て此等の結合により生じたる物質の化學式は CO_3Pb なり

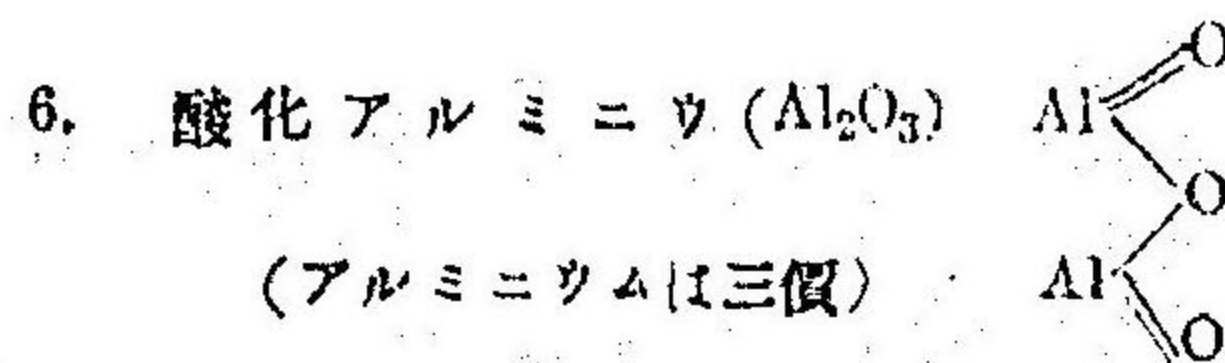
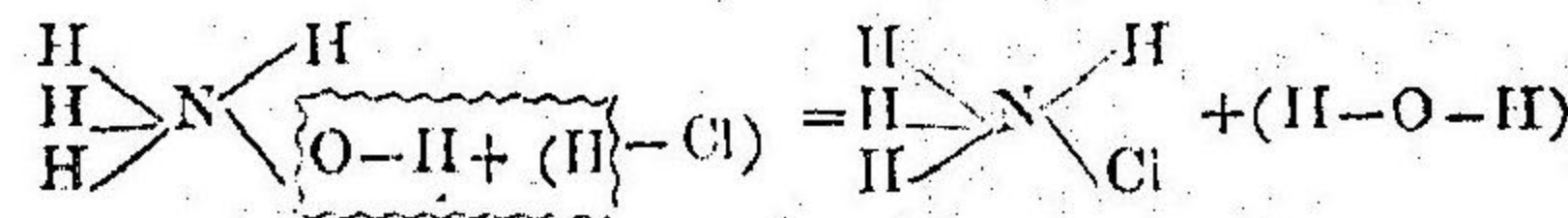
9. CO_2 (炭酸基) は二價にして NH_4 (アンモニウム基) は一價なり故に炭酸アンモニウムの化學式は $\text{CO}_2(\text{NH}_4)_2$ なり

10. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ によればカルシウム三原子と磷酸基 (PO_4) 二個と化合すべきが故にカルシウムの原子價と磷酸基の價との比は 2:3 なり而してカルシウムは二價なるを以て磷酸基は三價なるべきなり従て磷酸基の當量は PO_4 の示す量 ($\text{PO}_4 = 31 + 4 \times 16 = 95$) の三分の一即ち 31 となる。

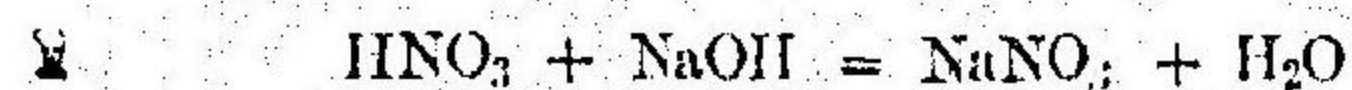
第 199 頁

1. メタン (CH_4) $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 又は $\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{H} \\ \rightarrow \text{H} \\ \searrow \text{H} \end{array}$
(炭素は四價)
- 炭酸瓦斯 (CO_2) $\text{O} > \text{C} < \text{O}$ 又は $\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{array}$
(酸素は二價)
2. アンモニア (NH_3) $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{N} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 又は $\begin{array}{c} \text{H} \\ \nearrow \text{N} \\ \rightarrow \text{H} \\ \searrow \text{H} \end{array}$
(窒素は三價)
3. 硝酸 $\text{NO}_2(\text{OH})$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{N}-\text{O}-\text{H} \\ \backslash \\ \text{O} \end{array}$
(窒素は五價)
4. 鹽化アンモニウム (NH_4Cl) $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{N} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \nearrow \text{N} \\ \rightarrow \text{Cl} \\ \searrow \end{array}$
(窒素は五價)
- 水酸化アンモニウム (NH_4OH) $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{N} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \nearrow \text{N} \\ \rightarrow \text{O}-\text{H} \\ \searrow \end{array}$
(窒素は五價)

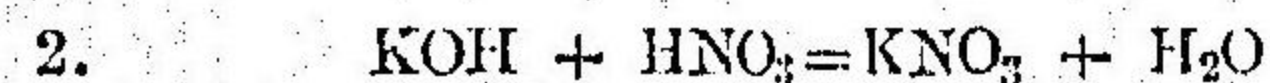
5. $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{HOH}$
を構造式を用ひて示せば



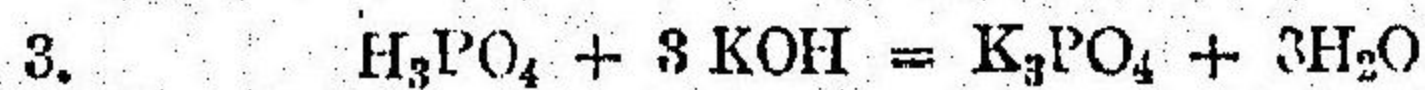
第 206 頁 乃至 第 209 頁



によりて硝酸の一分子量は水酸化ナトリウム一分子量と互に對量なり故に硝酸の對量(中和に關して)は 63 (HNO_3 の示す量 = $1 + 14 + 3 \times 16 = 63$) なり。



によりて苛性加里の一分子量 (KOH の示す数 = $39 + 16 + 1 = 56$) は硝酸の一分子量 (前題によりてその對量) と對量なり依て苛性加里の對量は 56 也。



によりて磷酸の一分子量 (H_3PO_4 の示す数 = $1 \times 3 + 31 + 16 \times 4 = 98$) の三分の一 (即ち $\frac{98}{3} = 32.7$) は苛性加里の一分子量 (前題によりてその對量) と對量なり依て磷酸の五對量は 32.7 也。

4. 此の苛性ソーダ液 100 c.c. 中に存在する苛性ソーダの量は

$$\frac{10}{1000} \times 100 = 1 \text{ 瓦 なり}$$

苛性ソーダ一分子量 (NaOH の示す数 = $23 + 16 + 1 = 40$) と鹽化水素一分子量 (HCl の示す数 = $1 + 35.5 = 36.5$) とは互に對量にして此の比にて中和すべきにより苛性ソーダ一瓦を中和するに要する鹽化水素

の量は $\frac{36.5}{40}$ 瓦なり

故に鹽酸 25 c.c. 中に鹽化水素 $\frac{36.5}{40}$ 瓦を含有し居るべし依て此の

鹽酸一立(即100c.c.)中に存在する鹽化水素の量は $\frac{36.5}{40} \times \frac{1000}{25} = 36.5$ 瓦なり。

5. 此の苛性加里液 30 c.c. 中に存在する苛性加里の量は

$$\frac{2.8 \times 30}{1000} \text{ 瓦なり}$$

苛性加里一分子量 (KOHの示す数 = 39+16+1=56) と硫酸の分子量 (H_2SO_4 の示す数の半分即ち $\frac{1 \times 2 + 32 + 16 \times 4}{2} = \frac{98}{2} = 49$) とは互に對量

なれば此の比にて互に中和す依て苛性加里 $\frac{2.8 \times 30}{1000}$ 瓦を中和するに

$$\text{要する硫酸の量は } \frac{49}{56} \times \frac{2.8 \times 30}{1000} \text{ 瓦なり}$$

故に此の量の硫酸は稀硫酸 15c.c. 中に存在すべし依て此の稀硫酸一立(即100c.c.)中に含有する硫酸の量は

$$\frac{49}{56} \times \frac{2.8 \times 30}{1000} \times \frac{1000}{15} = 4.9 \text{ 瓦なり。}$$

- | | | | |
|----|---------------------------------|---|-----|
| 6. | KCl.....鹽化カリウム | } | 鹽化物 |
| | CaCl ₂鹽化カルシウム | | |
| | NH ₄ Cl.....鹽化アンモニウム | | |

- | | | | |
|----|-------------------------------------------------|---|-----|
| 7. | NaNO ₃硝酸ナトリウム | } | 硝酸鹽 |
| | Ca(NO ₃) ₂硝酸カルシウム | | |
| | (NH ₄)NO ₃硝酸アンモニウム | | |

- | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------|---|-----|
| 8. | Na ₂ SO ₄硫酸ナトリウム | } | 硫酸鹽 |
| | CaSO ₄硫酸カルシウム | | |
| | (NH ₄) ₂ SO ₄硫酸アンモニウム | | |

9. 磷酸鹽は磷酸 H₃PO₄の水素を金屬元素にて置換して生じたる鹽類にして金屬元素と磷酸基との化合物なりその例は次の問題にあり。

- | | | | |
|-----|---------------------------------------------------------------|---|-----|
| 10. | Na ₃ PO ₄磷酸ナトリウム | } | 磷酸鹽 |
| | Ca ₃ (PO ₄) ₂磷酸カルシウム | | |
| | (NH ₄) ₃ PO ₄磷酸アンモニウム | | |

11. 鹽素は一價なるが故に

- | | | | |
|-----|------------------------------|----|--------------------|
| (イ) | 鹽化銀.....AgCl | 又は | ClAg |
| (ロ) | 鹽化鉛.....PbCl ₂ | | Cl ₂ Pb |
| (ハ) | 鹽化アルミニウム...AlCl ₃ | | Cl ₃ Al |

12. 硝酸基は一價なるが故に

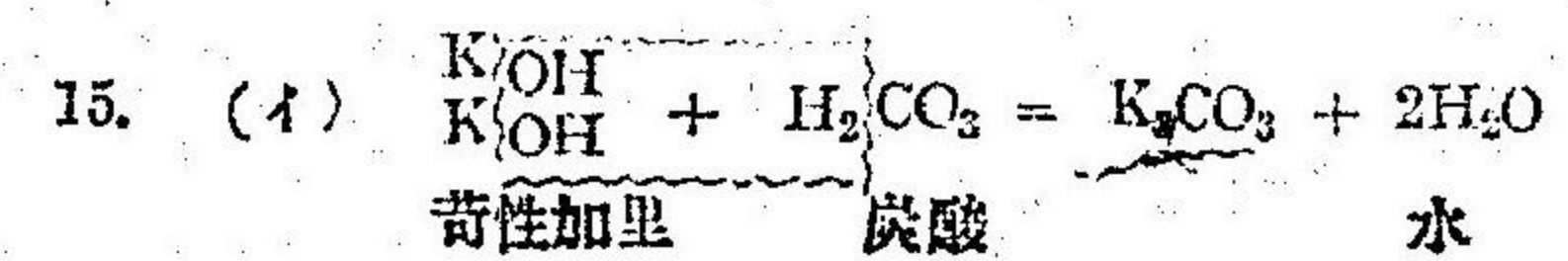
- | | | |
|-----|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| (イ) | 硝酸銀.....AgNO ₃ | NO ₃ Ag |
| (ロ) | 硝酸銅.....Cu(NO ₃) ₂ | 又は (NO ₃) ₂ Cu |
| (ハ) | 硝酸鐵.....Fe(NO ₃) ₃ | (NO ₃) ₃ Fe |

13. 硫酸基は二價なるが故に

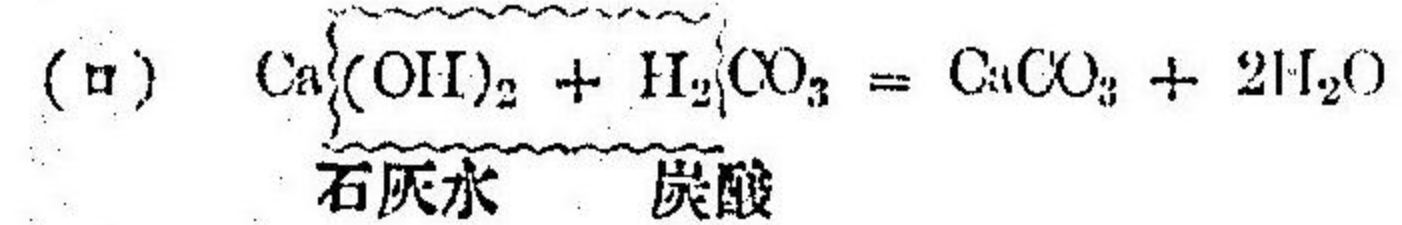
- | | | | |
|-----|------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|
| (イ) | 硫酸カリウム.....K ₂ SO ₄ | 又は | SO ₄ K ₂ |
| (ロ) | 硫酸亜鉛.....ZnSO ₄ | | SO ₄ Zn |
| (ハ) | 硫酸アルミニウム...Al ₂ (SO ₄) ₃ | | (SO ₄) ₃ Al ₂ |

14. 磷酸基は三價なるが故に

- | | | | |
|-----|---------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|
| (イ) | 磷酸カリウム.....K ₃ PO ₄ | 又は | PO ₄ K ₃ |
| (ロ) | 磷酸鉛.....Pb ₃ (PO ₄) ₂ | | (PO ₄) ₂ Pb ₃ |
| (ハ) | 磷酸アルミニウム...AlPO ₄ | | PO ₄ Al |



即ち K_2CO_3 は H_2CO_3 (炭酸) の中の水素二原子をカリウム (K) なる金属元素 (苛性加里中の) にて置換して生じたるものなればカリウムの炭酸鹽にして炭酸カリウムと名くべきなり。



即ち $CaCO_3$ は炭酸の中の水素二原子を石灰水中のカルシウム (Ca) なる金属元素にて置換して生じたるものなればカルシウムの炭酸鹽にして炭酸カルシウムと名くべきなり。



即ち $(NH_4)_2CO_3$ は炭酸の中の水素二原子をアンモニア水中のアンモニウム基 (NH_4) なる金属性の基にて置換して生じたるものなればアンモニウムの炭酸鹽にして炭酸アンモニウムと名くべきなり。

16. 炭酸の化學式 H_2CO_3 によれば炭酸基 (CO_3) 一個は水素二原子と結合するが故に炭酸基の價は二なるを知る依て

- (イ) 炭酸ナトリウム Na_2CO_3 又は CO_3Na_2
 (ロ) 炭酸亜鉛 $ZnCO_3$ " CO_3Zn
 (ハ) 炭酸マグネシウム $MgCO_3$ " CO_3Mg
 (ニ) 炭酸鉛 $PbCO_3$ " CO_3Pb
 (ホ) 炭酸銅 $CuCO_3$ " CO_3Cu

17. (イ) $Al(OH)_3$ 水酸化アルミニウム }
 (ロ) $NH_4(OH)$ 水酸化アンモニウム } 金属の水酸化
 (ハ) $Mg(OH)_2$ 水酸化マグネシウム } 物にして鹽基

18. 水酸基 (OH) は一價なるが故に

- (イ) 水酸化バリウム $Ba(OH)_2$ 又は $(OH)_2Ba$
 (ロ) 水酸化亜鉛 $Zn(OH)_2$ " $(OH)_2Zn$
 (ハ) 水酸化鉛 $Pb(OH)_2$ " $(OH)_2Pb$

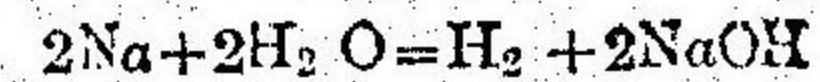
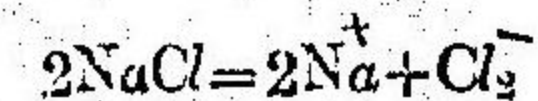
諸官立學校入學試験問題集(解答)

明治三十四年度

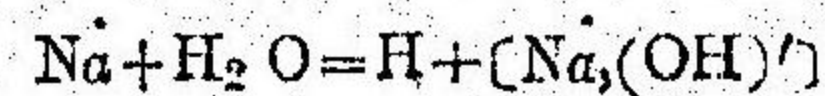
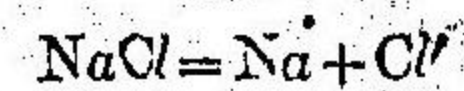
高等學校(選抜)

1. 食鹽或は硫酸ソーダ(硫酸ナトリウム)の水溶液の電気分解の現象を述べ之を説明すべし

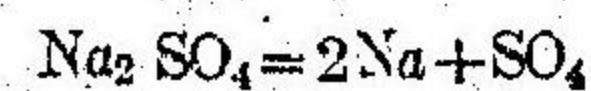
(解) 食鹽(NaCl)の水溶液に電流を通ずるときは分解して陽極に鹽素を、陰極にナトリウムを析出す而して此のナトリウムは水と直ちに作用して水素(陰極に現出す)を發出し苛性ソーダ(NaOH)の水溶液を造る



イオンにて示せば

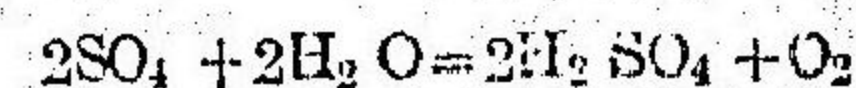


硫酸ナトリウム(Na₂SO₄)の水溶液を電解するとき



[イオンにて示せば $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 2\text{Na} + (\text{SO}_4)^{-2}$]

の變化起りて陰極にナトリウム(Na)を、陽極に硫酸基(SO₄)を析出す然るに食鹽の場合の如くナトリウムは水と直ちに作用して水素(陰極に現出す)と苛性ソーダの溶液を造る硫酸基はそのままにて成立し得ずして水と作用して硫酸(H₂SO₄)と酸素(O₂)を造る

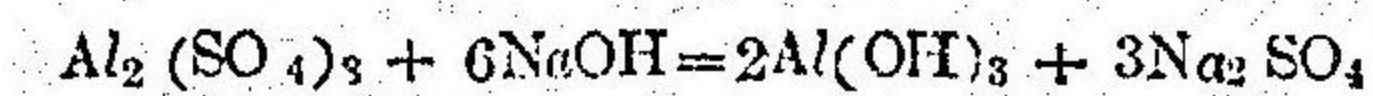


故に陰極に水素陽極に酸素を發生すべし

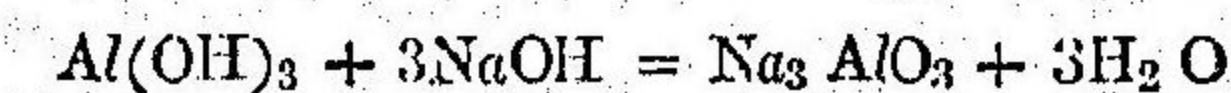
(尚ほ 650 頁電解の節を参照せよ)

2. 鹽類の水溶液に水酸化ソーダ(苛性曹達)の水溶液を加へたる時の一般反應如何例を擧げて説明すべし

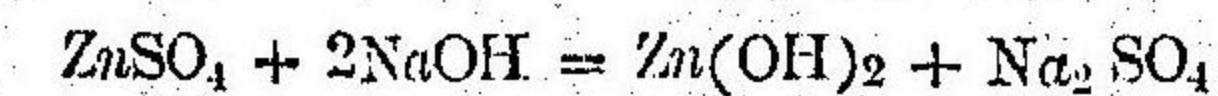
(解) (イ) アルミニウム、亜鉛、鉛、錫の鹽類の水溶液に苛性ソーダの水溶液を加ふれば先づ各金屬の水酸化物を沈澱するも更に多量の苛性ソーダ液を加ふるときは其沈澱は溶解す



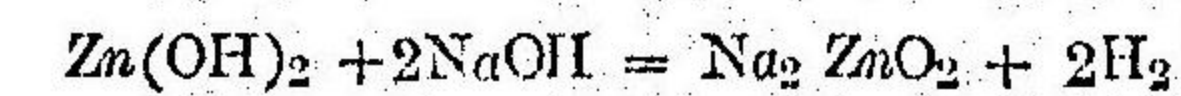
硫酸アルミニウム 水酸化アルミニウム
(白澱)



(白澱) アルミ酸ナトリウム
(水に溶解す)

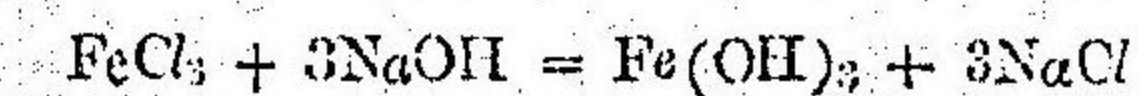


硫酸亜鉛 水酸化亜鉛
(白澱)

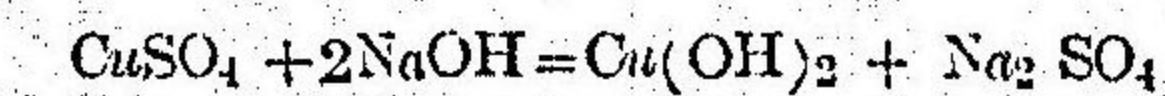


(白澱) 亜鉛酸ナトリウム
(水に溶解す)

(ロ) 鉄、銅の鹽類の水溶液に苛性ソーダ液を加ふるときは各金屬の水酸化物を沈澱す此の沈澱は多量の苛性ソーダ液に溶解せず

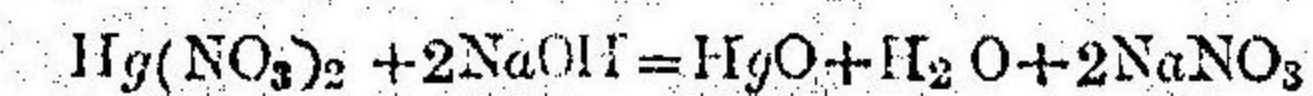


鹽化第二鐵 水酸化第二鐵
(赤褐色の沈澱)

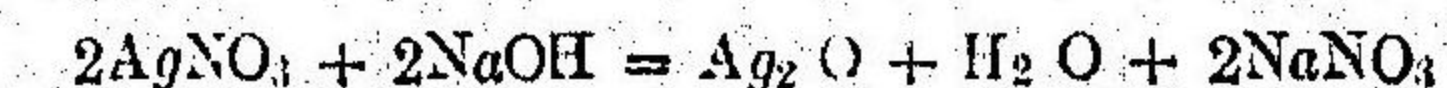


硫酸銅 水酸化第二銅
(青澱)

(ハ) 水銀、銀の鹽類の水溶液に苛性ソーダ液を加ふれば各金屬の酸化物を沈澱す



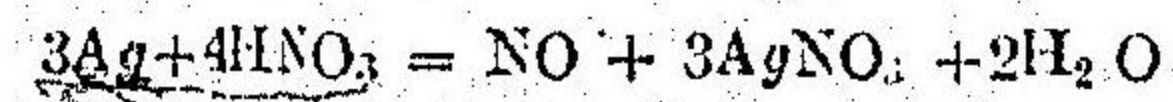
硝酸第二水銀 酸化第二水銀
(黄澱)



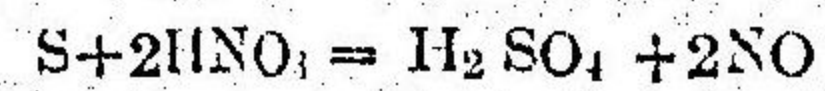
硝酸銀 酸化銀
(褐色の沈澱)

3、金銀及び硫黄を別々に硝酸中にて熱するとき如何なる化學變化を生ずるや化學方程式を以て説明せよ

(解) 金は硝酸に作用せられず



銀 硝酸 酸化窒素 硝酸銀 水



硫黄 硫酸

4. 下の各分子式に該當する化合物の名稱を記せ

(a) H_2S (b) NH_4Cl (c) KClO_3 (d) NaHCO_3 (e) AgNO_3

(f) Na_2HPO_4 (g) $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (h) SiO_2 (i) HgCl_2 (j) KI

(解) (a) 硫化水素 (b) 鹽化アンモニウム

(c) 鹽素酸カリウム (d) 炭酸水素ナトリウム

(e) 硝酸銀 (f) 磷酸水素二ナトリウム

(g) 次亜鹽素酸カルシウム (h) 二酸化硅素

(i) 鹽化第二水銀 (j) 沃化カリウム

高等商業學校

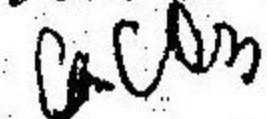
1. 空氣は酸素並に窒素より成るものと之れより窒素を得る法を記せ (第2頁)

2. 原子價とは何を言ふや例を擧げて説明すべし (180頁)

3. 無水亞硫酸の物理學的並に化學的性質を問ふ (246頁)

4. (甲) 炭酸カルシウムは如何なる礦石となりて天然に産出するや (366頁)

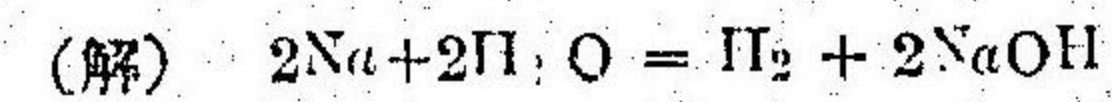
(乙) 石灰を製する方法を問ふ (362頁)



東京高等工業學校

1. 23グラムものナトリウムを水に投じて生ずべき水素の容積及水

酸化ナトリウムの重量は幾許なるや



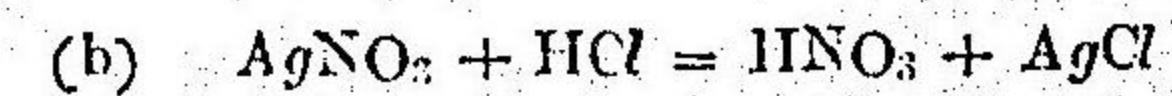
(2×23)瓦 22.4立 (2×40)瓦

∴ 水素の容積は11.2立 水酸化ナトリウム (NaOH) の量は40瓦

2. 次の飽和溶液に鹽化水素瓦斯を通ずるときは如何なる現象を呈するや

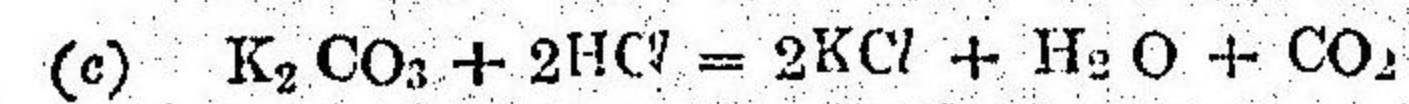
(a) 食鹽 (b) 硝酸銀 (c) 炭酸加里

(解) (a) 鹽化ナトリウムの結晶を析出す



硝酸 鹽化銀

鹽化銀の白濁を生ず



鹽化カリウム 水 炭酸瓦斯

炭酸瓦斯を發出す

3. 銅、錫、鐵の各酸化物の名稱記號を記せ

(解) 銅— Cu_2O (酸化第一銅) CuO (酸化第二銅)

錫— SnO (酸化第一錫) SnO_2 (酸化第二錫)

鐵— FeO (酸化第一鐵) Fe_2O_3 (酸化第二鐵)

Fe_3O_4 (四三酸化鐵)

4. 空氣中に鹽化カルシウム、苛性加里鐵、結晶炭酸曹達を放置せば如何なる變化を生ずるや

(解) 鹽化カルシウムは潮解す

苛性加里は潮解す

鐵は錆(水酸化第二鐵 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ と酸化第二鐵 Fe_2O_3 とよりなる)を生ず

結晶炭酸曹達は結晶水を失ひ風化する

大阪高等工業學校

1. 炭素の同質異形とは如何各其重なる性質を擧げよ

(302頁より308頁迄、同質異形とは同素體の事)

2. 合金とは如何且次の金屬を以て如何なる合金を作り得るや

錫、銅、アンチモン、鉛、亜鉛、ニッケル

(448頁乃至452頁、アンチモン—アンチモンの事)

高等師範學校(官費專修科)

1. 次の如き氣體混合物に電氣の火花を通ずるとき残れる氣體の容積及び成分を問ふ

(イ) 酸素20 c.c. と水素15 c.c.

(ロ) (イ) と同じき混合物を斷へず100度以上の溫度に保つとき

(ハ) 空氣20 c.c. と水素15 c.c.

(ニ) アンモニア20 c.c. と酸素15 c.c.

但しc.c. は立方センチメートルを表はす。

上に用ひたる諸氣體の密度及び76センチメートル壓に於ける一リットルの重量を計算せよ

(解) (イ) 酸素 $20 - \frac{15}{2} = 12.5$ c.c.

(ロ) 酸素12.5 c.c. と15 c.c. の水蒸氣

(ハ) 空氣20 c.c. は重に $20 \times \frac{1}{5} = 4$ c.c. の酸素と $20 \times \frac{4}{5} = 16$ c.c.

この混合物なり故に

水素 $15 - 2 \times 4 = 7$ c.c. } の混合氣體を残留す
酸素 16 c.c.

(ニ) $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$

アンモニア	酸素	水	窒素
四容	三容		二容

アンモニア20 c.c. は酸素 $20 \times \frac{3}{4} = 15$ c.c. と化合して窒素 $20 \times \frac{2}{4} = 10$ c.c. を生ず故に窒素10 c.c. を残留す

酸素の一瓦分子即ち32瓦は22.4立の容積を有す故に酸素一立の重量は $\frac{32}{22.4} = 1.43$ 瓦

水素の一瓦分子即ち2瓦は22.4立の容積を有す故に水素一立の重量は $\frac{2}{22.4} = 0.09$ 瓦

アンモニアの一瓦分子即ち17瓦は22.4立の容積を有す故にアンモニア一立の重量は $\frac{17}{22.4} = 0.76$ 瓦

空氣の水素に對する比重14.4なるを以て空氣の一立の重量は

$0.09 \times 14.4 = 1.296$ 瓦なり

2. 次の物質に就き知る所を記せ

火藥、鋼鐵及び鍛鐵、澱粉、酒精、石油

(解) 火藥は255頁、鋼鐵及び鍛鐵は394頁乃至396頁、澱粉は549頁

酒精は496頁、石油は492頁

同校(豫科)

1. 鹽化水素の水溶液(即ち鹽酸)及び水酸化ナトリウム(即ち苛性ソーダ)の水溶液に於て次の諸件を記せ

(イ) リトマス試験紙に對する反應

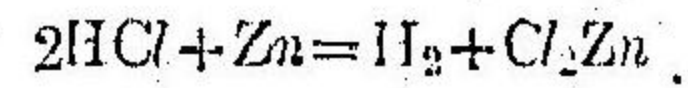
(ロ) 亞鉛に注ぐとき何を生ずるや

(ハ) 各水溶液中に存するイオンの名

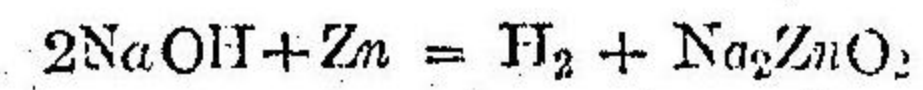
(ニ) 水溶液を混じて中和せしむるときの反應式

(解) (イ) 鹽酸は青色リトマスを赤變し、苛性ソーダ液は赤色リトマスを青變す

(ロ) 鹽酸を亞鉛に注ぐときは水素と鹽化亞鉛の水溶液を生ず

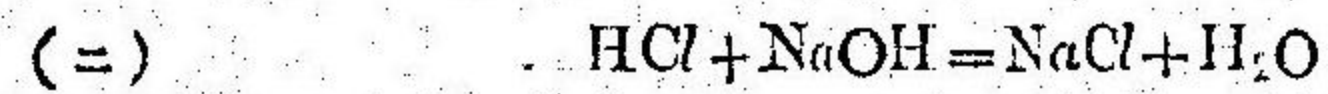


苛性ソーダ液を亜鉛に注ぐときは水素と亜鉛酸ナトリウムの水溶液を生ず



(ハ) 鹽酸中には水素イオン、鹽素イオン

苛性ソーダ液中にはナトリウムイオンと水酸イオン



2. 次の物質に就て知れる所を記せ

(イ) 綠礬 (ロ) 水ガラス (ハ) 醋酸 (ニ) 脂肪

(解) (イ) 408頁 (ロ) 321頁 (ハ) 517頁 (ニ) 526頁

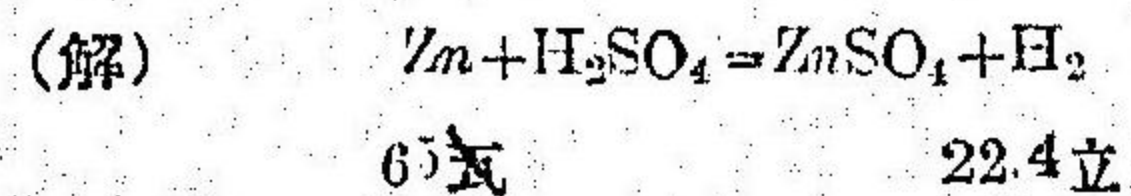
陸軍士官學校

1. 實驗式と分子式との別を説明せよ (解) 155頁 152頁

2. アンモニアの二容積は窒素の一容積と水素の三容積とよりなることを説明せよ (解) 85頁

3. 酸化カルシウムの製法及び其性質を記せ (解) 362頁

4. 亜鉛百グラムを稀硫酸中に入れて全く溶解せしむるときは温度攝氏零度及び氣壓760ミリメートルの時に幾何リットルの水素を發生するか但し亜鉛の原子量65



∴ 發生する水素の容積は $100 \times \frac{22.4}{65} = 34.46$ 立(リットル)

海軍兵學校

1. 物理變化と化學變化との區別及び其關係を述べよ (解) 31頁

2. 分子量原子量の意義及び是等を求める法を説明せよ

(解) 137頁乃至149頁

3. 水素の製法 (解) 21頁

4. 次の化學式を有する物體の名稱を記せよ

(イ) HCl (ロ) NO_3H (ハ) HOK (ニ) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (ホ) Na_3PO_4

(ヘ) FeCl_2 (ト) FeCl_3 (チ) KHSO_4 (リ) K_2SO_4

(解) (イ) 鹽化水素 (ロ) 硝酸 (ハ) 苛性加里

(ニ) 水酸化カルシウム (ホ) 磷酸ナトリウム

(ヘ) 鹽化第一鐵 (ト) 鹽化第二鐵

(チ) 硫酸水素カリウム (リ) 硫酸カリウム

5. 次の物體間に起る化學變化的方程式にて示せ

(イ) 鹽化アンモニウムと水酸化カルシウム

(ロ) 五酸化燐と水

(ハ) 鹽酸と炭酸カルシウム

(ニ) 鹽化銅と亜鉛

(解) (イ) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

アンモニア 鹽化カルシウム 水

(ロ) $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HPO}_3$

メタ磷酸

(ハ) $2\text{HCl} + \text{CaCO}_3 = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

炭酸瓦斯

(ニ) $\text{CuCl}_2 + \text{Zn} = \text{Cu} + \text{ZnCl}_2$

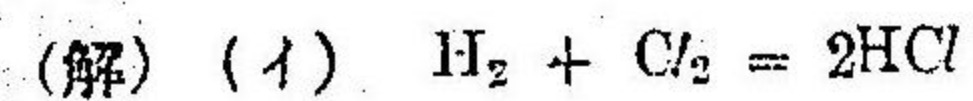
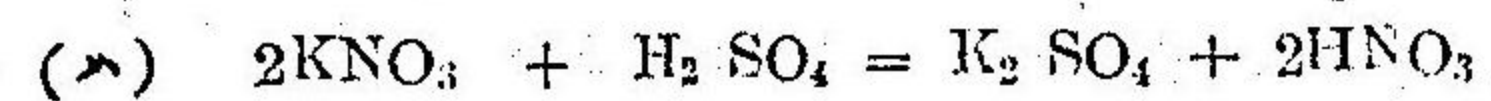
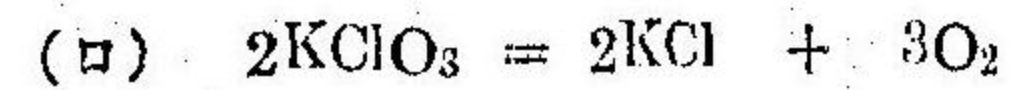
銅 鹽化亜鉛

海軍機關學校

1. 原子量の定義を與へよ (解) 149頁

2. 語を以て次の方程式を記せ

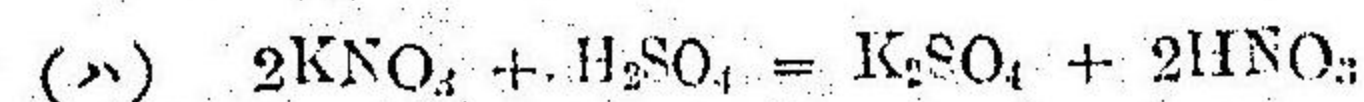
(イ) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$



水素 酸素 塩化水素



鹽酸加里 鹽化加里 酸素



硝石 硫酸 硫酸カリウム 硝酸

3. 二硫化炭素の性質を問ふ (解) 329頁

4. 次の金属を空气中に強熱するときは各場合に於て如何なる現象を呈して如何なる化學的變化を起すべきか

(イ) マグネシウム (ロ) 水銀 (ハ) 白金

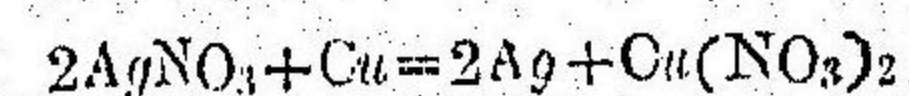
(解) (イ) マグネシウムは燦然たる光を放ちて燃へ酸化マグネシウムを生ず $2Mg + O_2 = 2MgO$

(ロ) 水銀は先づ酸化して酸化水銀を生じ次に此の酸化水銀は分解して水銀の蒸氣と酸素を生ず

(ハ) 白金は 1800° 以下にては變化せず此の溫度以上に熱するときは融解す

5. 硝酸銀より銀を得る法如何

(解) 硝酸銀の水溶液に銅板を浸せば銀を得べし



東京郵便電信學校

1. オゾンに就て説明を與へよ (解) 228頁

2. 水の電氣分解法を述べよ (解) 20頁

3. 下即元素の名稱并に記號を擧げ之を金属元素と非金属元素

とに區別せよ

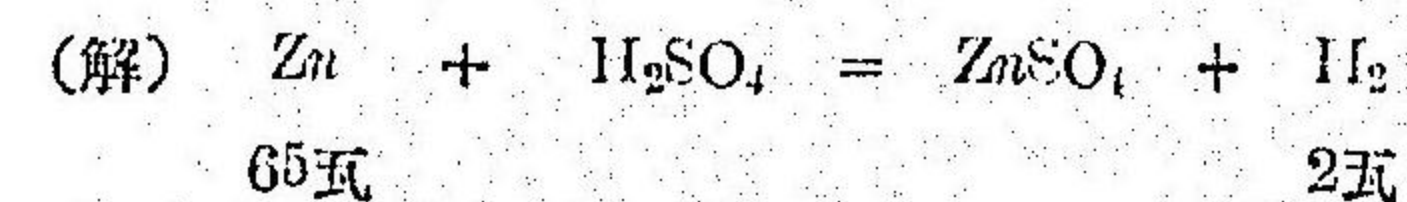
(イ) S (ロ) Cl (ハ) Al (ニ) Pb (ホ) 水銀 (ヘ) 砒素

(ト) 錫 (チ) 磷素

(解) 金属元素 Al(アルミニウム), Pb(鉛), 水銀(Hg), 錫(Sn)

非金属元素 S(硫黄), Cl(鹽素) 砒素(Si) 磷素(P)

4. 100グラムの亜鉛を硫酸に溶解すれば幾グラムの水素を發生するや(亜鉛の化合量65)



$$\therefore \text{發生する水素の量} = \frac{2}{65} \times 100 = 3.1 \text{ 瓦}$$

東京美術學校

1. 炭酸瓦斯の成分^{CO₂}及び其性質 (解) 56頁乃至61頁

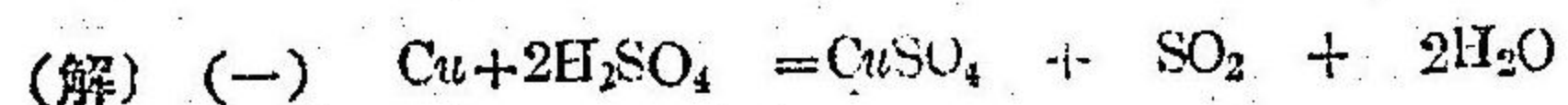
2. 銅の性質 (解) 421頁 422頁

明治三十五年

高等學校大學豫科(選抜)

1. 下の場合に起るべき化学變化を方程式を以て示し且式中にある各物質の名稱を記せ

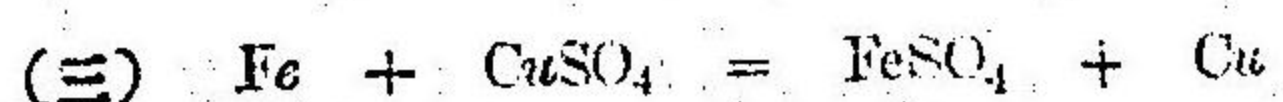
- (一) 銅片を濃硫酸中に熱するとき
 (二) 硝酸を石灰石に注ぐとき
 (三) 鐵片を硫酸銅の水溶液中に浸すとき



銅 硫酸 硫酸銅 二酸化硫黄 水



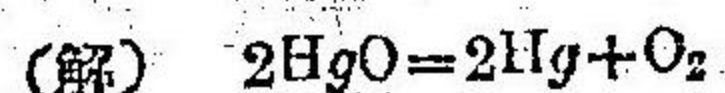
硝酸 石灰石 {硝酸カルシウム} {二酸化炭素} 水



鐵 硫酸銅 硫酸鐵 銅

2. 二箇の例を擧げて熱解離を説明せよ (解) 646頁乃至648頁

3. 54.6グラムの酸化第二水銀の分解により温度24度氣壓770ミリメートルに於ける酸素の幾何リートルを得べきや
 但し水銀の原子量は200とし、温度0度、氣壓760ミリメートルに於ける酸素32グラムの容積は22.4リートルなりとし又氣體の膨脹係数は $\frac{1}{273}$ なりとす



432瓦 22.4立

$$[2HgO = 2 \times (200 + 16) = 432]$$

即ち432瓦の酸化第二水銀の分解によりて温度0°氣壓760ミリメートルに於ける酸素22.4立を得べきにより54.6瓦の酸化第二水銀より得べき酸素の容積(同温度同壓力のとき)は

$$\frac{54.6 \times 22.4}{432} \text{立}$$

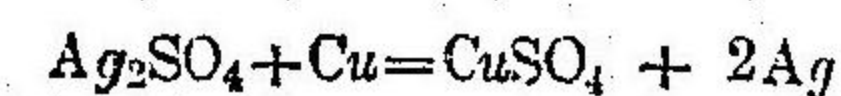
故に之を温度24°氣壓770ミリメートルに於ける容積に改算すれば可なり

$$\frac{54.6 \times 22.4}{432} \times \frac{760}{770} \times \left(1 + \frac{24}{273}\right) = 3.04 \text{瓦}$$

東京高等商業學校

1. 硫酸銀の溶液中に銅片を入れ置くときは如何になる可きか

(解) 銅は次第にその溶液中に溶解して硫酸銅を造り銀は遊離して銅片の表面に附着すべし



硫酸銀 銅 硫酸銅 銀

2. アルカリ金屬及び其化合物の性質を記せ (解) 357頁

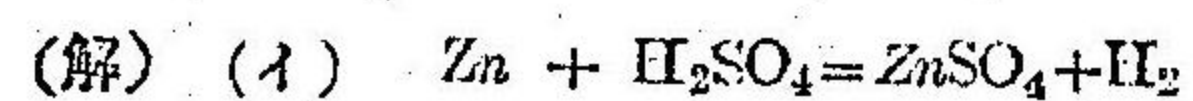
3. 下記の場合に如何なる化学反應起る可きか化学方程式を以て之を記せ

(イ) 亜鉛に硫酸を加へたるとき

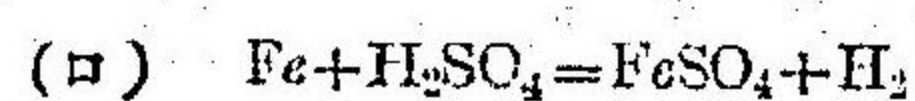
(ロ) 鐵に硫酸を加へたるとき

(ハ) 硝石に硫酸を加へたるとき

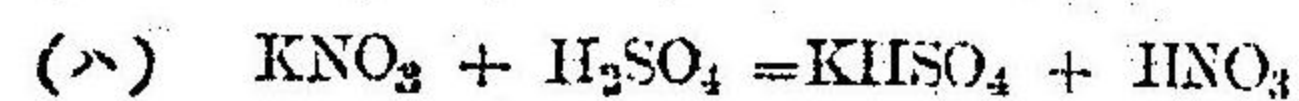
(ニ) 炭酸カルシウムに硫酸を加へたるとき



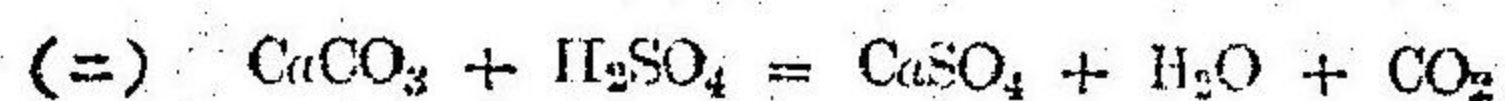
亜鉛 硫酸 硫酸亜鉛 水素



鐵 硫酸鐵



硝石 {硫酸水素カリウム} 硝酸



{炭酸カルシウム} {硫酸カルシウム} 水 炭酸瓦斯

4. 黄鐵礦中の硫黄及び食鹽中のナトリウムは工業上如何に利用せらるるか(但し其方法を記すを要せず)

(解) 黄鐵礦中の硫黄は硫酸製造に利用せられ食鹽中のナトリウムは炭酸ソーダ製造に利用せらる

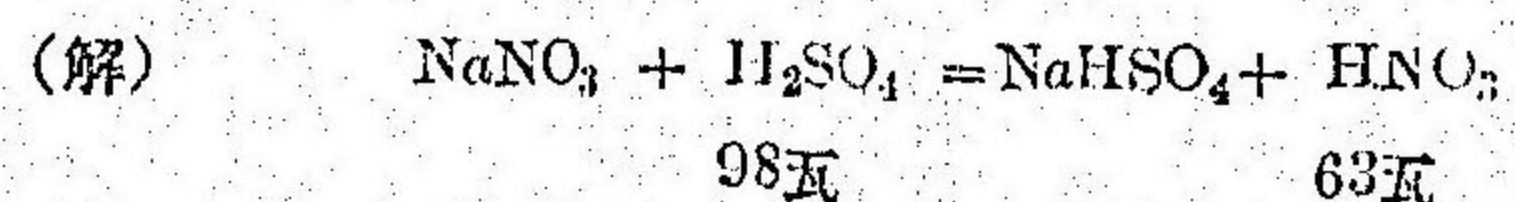
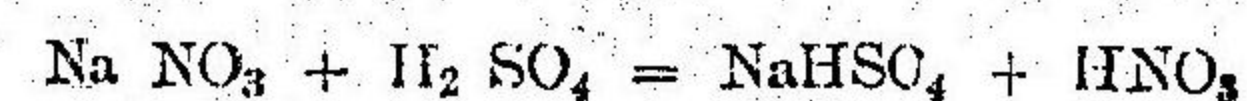
東京高等工業學校(選抜)

酸素、窒素及び炭酸瓦斯を各別に滿せる三個の圓筒あり之を鑑別する方法加何

(解) 木片の餘燼を挿入するさき直に點火するものは酸素なり蠟燭に火を點じて圓筒中に入れしとき直に消ゆるも石灰水を注ぎて白濁を生ぜざるものは窒素なり

燭火を挿入するさき直に消へ石灰水を注げば白濁を生ずるものは炭酸瓦斯なり

2. 次の方程式により百グラムの硝酸を得るには90%の H_2SO_4 を含有する硫酸幾何グラムを要するか



即ち63瓦の硝酸を得んには98瓦の純硫酸(H_2SO_4)を要する割合なり故に100瓦の硝酸を得るには

$$\frac{98}{63} \times 100 \text{瓦}$$

の H_2SO_4 を要すべし依て之を含有する90%の硫酸の量は

$$\frac{98}{63} \times 100 \times \frac{100}{90} = 172.8 \text{瓦(約)なり}$$

3. NH_3 の意義を詳記せよ

(解) NH_3 はアンモニアの分子式にしてその一分子量は
 $14+3 \times 1=17$ その一瓦分子は17瓦なるを示しその水素に對する比重

は $\frac{17}{2}=8.5$ なるを表はす

アンモニアの一分子量(17)は窒素一原子量(Nにて示さるる量即ち14)と水素三原子量(3Hにて示さるる量即ち3)とよりなれるを示せり

同校(普通)

1. 倍数比例の定律を説明せよ (解) 69頁

2. 酸化劑及び還元劑とは何ぞ一二の例を擧げて之を説明せよ

(解) 鹽素を水に溶解して日光に曝らすさきは鹽素は水を分解して酸素を發生す之に有機色素を入れるれば此の酸素の爲めに酸化せられて褪色すべし此の鹽素水の如き他物を酸化するものを酸化劑と云ふ) 強硝酸を熱すれば分解して酸素、二酸化窒素及水を生じ此の酸素は他物を酸化する的作用を有す故に硝酸も一の酸化劑なり化合物より酸素の全量或は幾分を除去することを還元と云ひ此の用に供せらるるものを還元劑と云ふ酸化銅を熱して水素を通ずれば水素は酸化銅より酸素を奪ひて化合し水を造り銅を遊離せしむ即ち水素は還元劑なり又炭素は酸化亞鉛と混じて灼熱すれば之を還元して亞鉛を遊離せしむ故に炭素も一の還元劑なり

3. 次の物質を空氣中にて強熱すれば如何なる變化ありや方程式を以て之を示せ

(1) 鹽化アンモニウム (2) 石墨 (3) 大理石

(解) (1) $NH_4Cl = NH_3 + HCl$

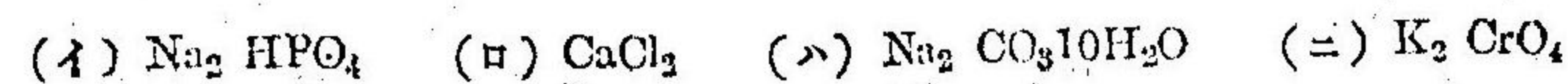
{鹽化アン {アンモ {鹽化
 {モニウム {ニア {水素

(2) $C + O_2 = CO_2$

石墨 酸素 炭酸瓦斯
(空氣中の)

(3) $CaCO_3 = CaO + CO_2$
大理石 生石灰

4. 次に記載する各の符號の名稱を記せ

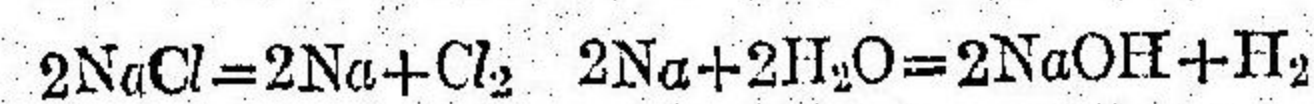


(解) (イ) 燐酸二ナトリウム水素 (ロ) 鹽化カルシウム

(ハ) 十含水炭酸ソーダ (ニ) クロム酸加里

5. 食鹽の水溶液に電流を通ずれば如何なる變化ありや

(解) 電解作用起り陽極に於て鹽素を生じ陰極に於てナトリウムを析出す然れども此のナトリウムは直に水と作用して水素と苛性ソーダを生ずるを以て陰極には水素を發生すべし



大阪高等工業學校(選抜)

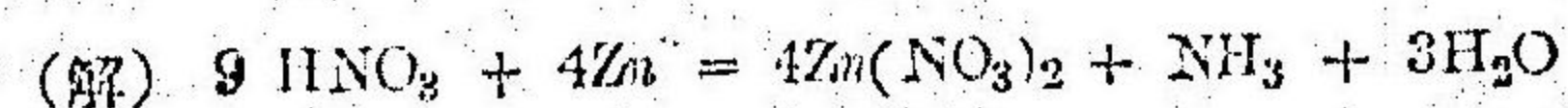
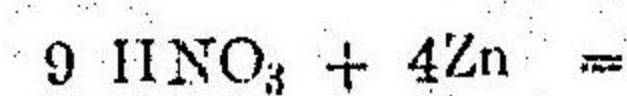
1. 水素の酸化物の種類及び其の性質を問ふ(解) 234頁参照
2. 錬鐵(Wrought iron)と鋼鐵(Steel)の區別如何(解) 395頁 396頁

同校(普通)

1. 原子及び分子を説明せよ(解) 176頁
2. オゾンと酸素の區別如何

(解) 酸素は無臭の氣體なるもオゾンは一種の臭を有する氣體なり水素に對する比重酸素は16にしてオゾンは24なりオゾンは酸素より化學作用強烈にして常溫に於て容易に水銀、銅鐵等を酸化し、ゴムを腐蝕す又た沃化カリウムに作用して直に沃素を遊離せしむ。酸素には此の如き性質なし

3. 次の反應を記せ



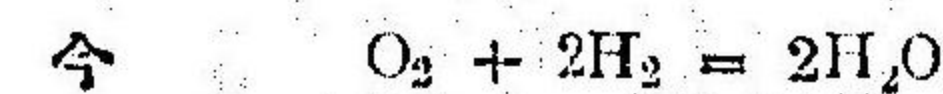
硝酸 亜鉛 硝酸亜鉛 アンモニア 水

4. 二酸化錳の重なる性質を問ふ(解) 過酸化マンガンの事404頁

高等師範學校

1. 一千立方尺の空氣中に水素又は木炭が燃焼するとき此中の酸素が悉く燃焼に費さるれば幾何容積の水蒸氣又は炭酸瓦斯を生ずるか但し酸素は空氣の五分の一容積を占むるものとす

(解) 空氣の五分の一は酸素なるを以て千立方尺の空氣中にある酸素の容積は $\frac{1000}{5}$ 立方尺なり



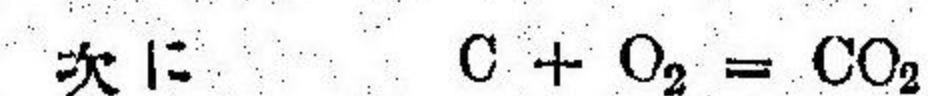
酸素 水素 水蒸氣
一容 二容

即ち酸素一容が水素の燃焼に費されて水蒸氣二容を生ずるなり

故に $\frac{1000}{5}$ 立方尺の酸素を費せば

$$\frac{2 \times 1000}{5} = 400 \text{ 立方尺}$$

の水蒸氣を得べきなり



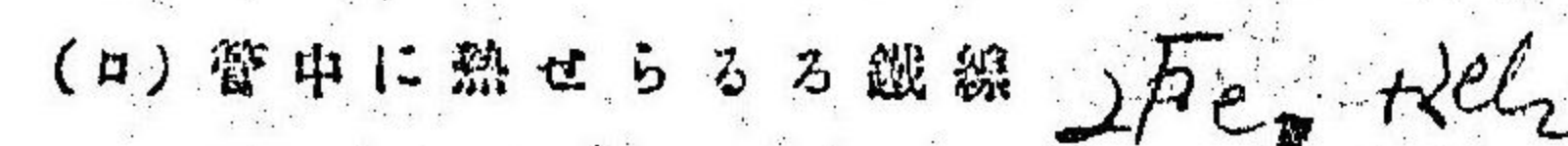
木炭 酸素 炭酸瓦斯
一容 一容

即ち木炭が酸素一容と化合して炭酸瓦斯一容を生ずるにより $\frac{1000}{5}$ 立方尺の酸素を費せば

$$\frac{1000}{5} = 200 \text{ 立方尺}$$

の炭酸瓦斯を生ずべし

2. 次に列挙せる各のものに鹽素を通ずるとき起る化學變化を表はす方程式を記せよ



(ハ) 鹽化第一錫の水溶液

(ニ) 苛性ソーダの稀薄なる水溶液

(ホ) 苛性カリの濃厚なる水溶液の熱したるもの

(解) (イ) $2BrK + Cl_2 = 2ClK + Br_2$

臭化加里 鹽素 鹽化加里 臭素

(ロ) $2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$

鐵 鹽素 鹽化第二鐵

(ハ) $SnCl_2 + Cl_2 = SnCl_4$

鹽化第一錫 鹽化第二錫

(ニ) $2NaOH + Cl_2 = NaCl + NaOCl + H_2O$

苛性ソーダ {鹽化ナ
トリウム} {次亞鹽素酸
ナトリウム} 水

(ホ) $6KOH + 3Cl_2 = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$

苛性カリ {鹽化カ
リウム} {鹽素酸
カリウム}

3. 次の物質の成分・製法及び性質を述べよ

(イ) アルデヒド (ロ) 尿素 (ハ) 石炭酸

(解) (イ) 531頁 (ロ) 543頁 (ハ) 559頁

陸軍士官學校

1. 次の各化學式を作り其性質効用を記せ

(イ) 鹽化ソジウム (ロ) 硝酸 (ハ) 結晶炭酸ソジウム

(ニ) 硫酸 (ホ) 酸化アルミニウム

(解) (イ) NaCl 345頁 (ロ) 288頁 (ハ) 353頁 (ニ) 249頁 (ホ) 375頁

2. クロム、プロム、ヨードは何れも互に類似の化學的性質を有することを證せよ

(解) クロム(鹽素), プロム(臭素), ヨード(沃素) 212頁乃至214頁

3. 銅を黄鐵銅礦より製出するときに起る化學的變化の大意を

述べよ

(解) 黄鐵銅礦は黄銅礦の事421頁

4. 百グラムのソジウムを水中に投ずれば溫度攝氏零度氣壓

760ミリメートルの時に幾何リットルの水素を發するか

但しソジウムの原子量を23とす

(解) $2H_2O + 2Na = 2NaOH + H_2$

ソジウム 水素

(2×23)瓦 22.4立

∴ 100瓦のソジウムを用ふれば

$$\frac{100 \times 22.4}{2 \times 23} = 48.7 \text{ 立(約)}$$

の水素を發生すべし

海軍兵學校

1. 水素瓦斯11.5リットルを得るには亞鉛及び硫酸各幾瓦を要するや

但 原子量 亞鉛65 硫黄32 酸素16

(解) $Zn + H_2SO_4 = H_2 + ZnSO_4$

亞鉛 硫酸 水素

65瓦 98瓦 22.4立

∴ 11.5立の水素を得んには

$$\frac{11.5 \times 65}{22.4} = 33.37 \text{ 瓦の亞鉛と}$$

$$\frac{11.5 \times 98}{22.4} = 50.31 \text{ 瓦の硫酸を要す}$$

2. NH_3 なる符號は容積及び重量に於て如何なる事を類はすや

(解) 東京高等工業學校(選抜)の3を見よ

3. 次の物體間の化學作用を方程式にて示せ