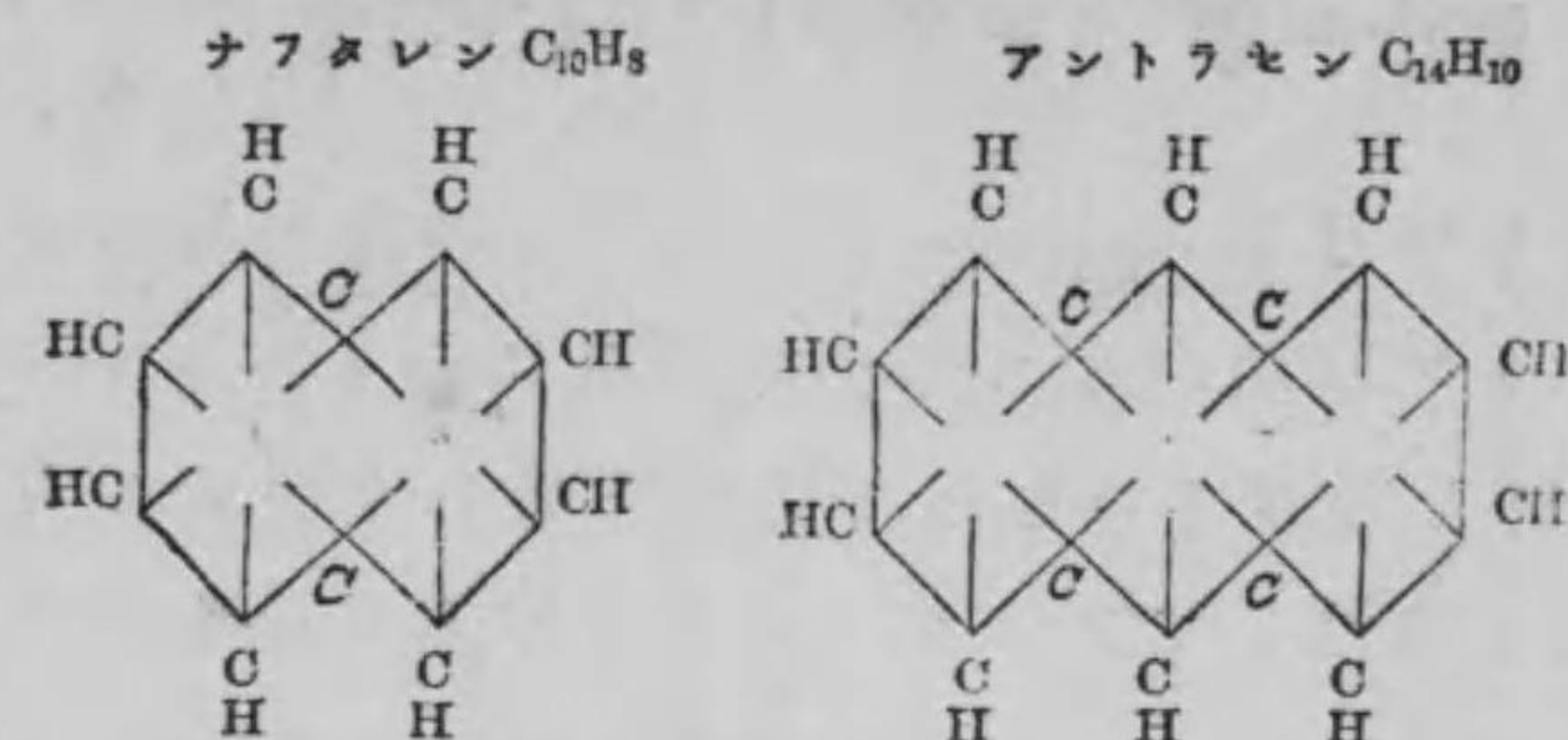


附言 ナフタレン及びアントラセンの構造式は次の如し



### 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靑藍の如き)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。此等化合物の多數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) に連結す故に之を鎖状化合物 (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 アリザリン及び青藍

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と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属酸化物と結合して水に溶け難き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。次に此等の重要なるものを掲ぐ。

(1) アリザリン橙  $(C_{14}H_5(NO_2)O_2(OH)_2)$  即ち  $C_{14}H_7NO_5$ 

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) アリザリン青  $(C_{14}H_4(C_2H_3N)O_2(OH)_2)$  即ち  $C_{17}H_6NO_4$ 

(3) アルプリン Purpurin  $(C_{14}H_5(OH)O_2(OH)_2)$  即ち  $C_{14}H_8O_5$   
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. 青藍 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青藍を沈澱す。近時ナフタレンを原料として青藍を人造するを得漸次天然藍を凌駕せんぞす。

青藍は水及びアルカリに溶け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、小麦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青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青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気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体の混合物なり。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、磷樹脂、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 ( $C_5H_8$ )<sub>x</sub>

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角様の堅硬なる物質に變ず之をエポナイト Elonite と云ふ櫛釧、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 ( $C_5H_8$ )<sub>x</sub>

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歯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。

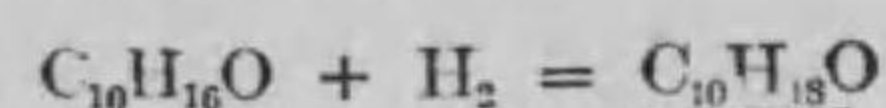
85. 樟腦 Camphor  $C_{10}H_{16}O$ 

樟樹の幹根等の細片を水蒸気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.  $C_{10}H_{20}O$

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。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、水素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け易き鹽を造る。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、ピリジン(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  $C_{21}H_{22}N_2O_2$

之は番木鱉屬植物 (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

此の植物は東印度マドガスカール島、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  $(C_{21}H_{22}N_2O_2 \cdot HNO_3)$  は視神経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帯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. **テイン茶素** 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。神経痛、偏頭痛、心臟病等に應用せらる。

乾燥せる茶葉の中にはテイン約2%、タンニン約13%、揮發油(テルペン類)約1%を含有す、而してテインは興奮劑となり、タンニンは澁味を附し、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、モリッポ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(即ちテイン)を含有す、之を烘焙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  $C_{11}H_{12}N_2O$

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。

鶏卵は卵殼、蛋白(卵の白み)及び蛋黃(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 6) 蛋黃 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黃は蛋白質、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
蛋黃	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黄機、鹽素酸素、カリウム、ナトリウム、マグネシウム等にして蛋黃の灰分の成分は之と略等しきも燐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抽出するによる。

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ずして血液が生物體を經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)

此の物は小麦粉の中に多量に存す。小麦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。

小麦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、菜油少許を加へて泡沫を消し布袋に入れて滓を搾り去り、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。

豆腐及び其の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	5.00
小豆	12.70	22.01	0.40	55.39	6.44	3.06
豌豆	14.93	23.69	0.56	51.03	7.30	2.49
蠶豆	15.76	23.88	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質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、皮革を製するにタンニンを加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

釀母その他種々のバクテリアの如き顯微鏡的微生物又は麥芽中のヂ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溫度、食鹽及び麴の割合等によりて異なる溫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溫度高く食鹽少量なるときは此の酵母の繁殖盛なるも溫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。

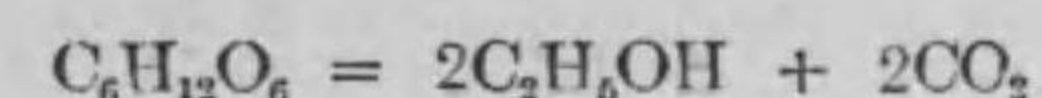
醬油は大豆、大小麥(又は小麥)、食鹽及び水を原料として醱造成せしめたるものなり。

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密に入れて麴をなし、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醱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

葡萄糖及び果糖は釀母の作用によりて酒精と炭酸瓦斯を生ず(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)に變じ釀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黑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(ヂアスターゼ)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釀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醱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蓋さ(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る物質(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、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温度及び濕氣を與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温度、水分、酸素及び養分を得るにあらざれば發育繁殖すると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温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温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温度に熱し附着せる微生物を充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ぐなり。

#### (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。乾瓢、<sup>カンビロウシクケ</sup>椎茸、<sup>スルメ</sup>、<sup>ノリ</sup>、<sup>ホンガイ</sup>、<sup>ヒモノ</sup>、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酸酵作用を遅しう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、フォルマリン、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 化學理論一斑

### 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 基礎

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(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(2×58.5=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挙げよ

- (イ) 砂糖水 (ロ) アンモニア水  
 (ハ) 沃度丁糖 (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. 即ち一立させる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 瓦分子即ち  $0.12 \times 63 = 7.56$  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なせる溶液の稀釋度と濃度を問ふ

(解) 此の溶液は硝酸一瓦分子を水に溶かして  $\frac{2}{5} = 0.4$  立となしたる溶液と稀釋度を等ふすべし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しによりその濃度は 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  $\text{NaCl}$  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く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

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す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と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<sup>か</sup>の水に溶解せるものにして之を熱すればアンモニア<sup>か</sup>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て炭酸瓦斯 100.2 c. c. を溶解す同溫度六氣壓に於ては幾 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べきの量(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対する溶解度が温度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対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( $C_2H_6O=12 \times 2 + 1 \times 6 + 16 = 46$ )の分子量は46なれば此の溶液のアルコールに対する濃度即ち此の1000 c.c.中に存在するアルコールの瓦分子数は

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

答 14.7 モル

### 第三節 擴散及び滲透

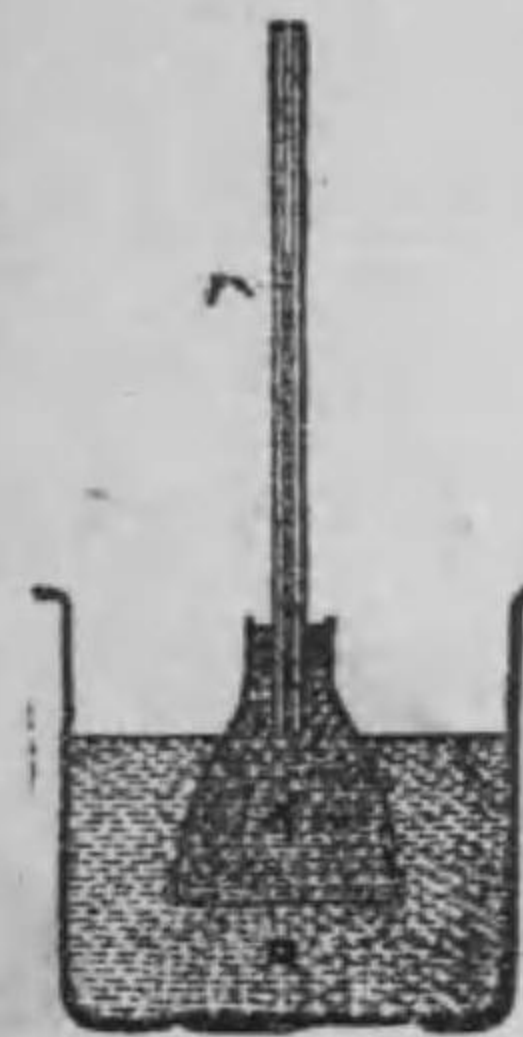
6. <sup>カクサン</sup> Diffusion 互に溶解し得べき二種の液體(但し互に化學變化をなさざるもの)を比重の順序に(重き液の上に輕き液)一器に入るときは初めの間は二液の境界判然たるも次第にその境界不明となり遂に全く相混合するに至るべし此の現象を擴散(又は滲散)と名く例へば試験管に半分程水を入れその上に赤色インキにて着色せるアルコールを靜かに注加するときには以上の現象を呈するを見るべし又た硫酸銅の濃厚溶液の上に水を入れるときにも此の現象あり。

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対する比重は $\frac{1}{14.4}$ なり而して水素は空氣より、水素の比重の平方根の逆數即ち $\sqrt{14.4} = 3.8$ 倍早く擴散

す。

7. <sup>シントウ</sup>滲透 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ゝろ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。

素焼の氣孔内にフエロチアン化銅  $\text{Fe}(\text{CN})_6\text{Cu}_2$  を沈殿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じ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  $\frac{342}{19} = 34.2$  立な

100 342  
342



い)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113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. 水素に対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対する比重を求む

(解) 此の比重を $x$ とすれば

$$\frac{1}{\sqrt{x}} = 3.8 \quad \therefore x = \frac{1}{(3.8)^2} = \frac{1}{14.44}$$

3. 炭酸瓦斯の空氣に対する比重は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

$$CO_2 = 44$$

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

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

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

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本業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は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 度に於て 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)

$$P' = 53.2 \quad V' = x$$

を入れば可なり故に

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

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

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 度に於き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

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

一般に稀釋度 22.4 立の水溶液は攝氏零度(即ち絕對溫度 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絕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  $V$  立にして絕對溫度  $T$  のときの滲透壓

$$P_0 = \text{,,} \quad V_0 \text{ 立} \quad \text{,,} \quad 273$$

$$\text{今} \quad P_0 = 76 \quad V_0 = 22.4$$

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

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 度に於きて 143.2 厘の滲透壓を呈する溶液は 36.3 度に於きては如何

(解) 同一の濃度にて溶液の滲透壓はその絕對溫度に比例す即ち

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

式中  $P$  は絕對溫度  $T$  のときの滲透壓

$P'$  は絕對溫度  $T'$  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 度

#### 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 瓦中に砂糖 1 瓦を溶解したるものは 100.015 度に於て二瓦の砂糖を溶解したるものは 100.030 度に於て三瓦なれば 100.045 度に於て沸騰す

又た同じ溶媒の 100 瓦中に溶質の一瓦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ら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 瓦中に溶質一瓦分子(M 瓦)を溶解したるときの沸點の上昇なるを以て溶媒 100 瓦中に p 瓦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 瓦中に溶質の一瓦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 氷醋酸 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関係式あり

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

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粋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

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

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

$$p = \text{ベンゼン 100 瓦に溶解せるアセトンの瓦數} \\ = \frac{0.729 \times 100}{50} = 1.458$$

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

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

$$\therefore x = 0.687 \text{ 瓦}$$

〔 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

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

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

$$M = \text{C}_6\text{H}_6 \text{ の示す数} = 78$$

$$p = \frac{1.65 \times 100}{60} = 2.75$$

$$\therefore x = \frac{1.82 \times 78}{2.75} = \underline{\underline{51}}$$

### 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

$$PV = \left( \frac{P_c V_c}{273} \right) T$$

なる方程式が孰れの溶質にも適合するなり

式中 P は絶對温度 T (即ち 273+t) に於ける滲透壓

V はその溶液の稀釋度

P<sub>c</sub> は 76 糎の滲透壓

V<sub>c</sub> 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

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

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

$$(解) \quad s = \frac{1}{10} \quad G=1 \quad t=15.5 \quad P=52.2 \quad \text{なれば}$$

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

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 に近き數なるべし依て 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 Ebulioscopic 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

C は沸點の分子上昇或は結氷點の分子降下の度數に

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數

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

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

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。

砂糖の化學式は $C_{12}H_{22}O_{11}$ 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

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

$$\begin{aligned} \text{式中 } M &= \text{砂糖の分子量}(C_{12}H_{22}O_{11} \text{の示す量}) \\ &= 12 \times 12 + 1 \times 22 + 11 \times 16 = 342 \end{aligned}$$

$$p = 7.128$$

$$t = 0.396$$

C=水の結氷點の分子降下

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

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

ませば

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

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

$$p = 3.3 \quad t = 2.03$$

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

$$HO = 1 + 16 = 17$$

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て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18.9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  $0.0107 \times 56$  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(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酢に變ずるが如きはそ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そ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即ち變ずる量多ければ反應速かく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

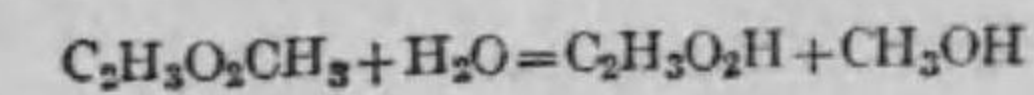
$$\frac{V}{a^a} = \text{常數}(K \text{ にて示す})$$

$$\therefore V = K a^a \dots\dots\dots(2)$$

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温度に於ては一定の値を有し温度昇るときは大となる(通常温度十度昇る毎に 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と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と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應を起さしめしに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率を説明せん。

醋酸メチルの濃度初は0.706モルなる34分の後0.599モルとなりたるが如く反應の進むに従ひ醋酸メチルの量を減ず故に反應の速度は漸へず減ずべし而して此の時間に速度が一様に減ず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メチルの濃度即ち活動量は初濃度(0.706モル)と34分後の濃度(0.599モル)との平均數にして

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

$$\text{即ち } V=0.00315 \quad a=0.653$$

なりKを此のときの速度常數とせば

$$0.00315 = K \times 0.653$$

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

同様に34分と89分との中央の時間即ち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

$$0.00253 = K' \times 0.530$$

の關係あるべし

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

又同様に89分と159分との中央の時間即ち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

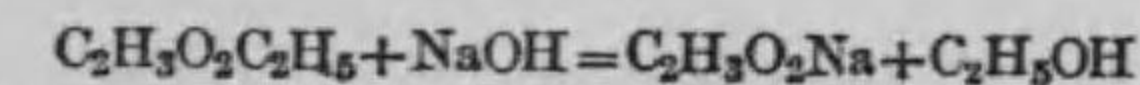
とすれば

$$V = K \cdot a \cdot b$$

の關係あり。

[例]

醋酸エチル(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O<sub>2</sub>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)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<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O<sub>2</sub>Na)とエチルアルコール(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)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

前例の如くして  $\frac{224}{2} = 112$  秒の後に於ける反應の速度は

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

なり而して此の如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

$$\frac{0.00882 - 0.00728}{377 - 224} = 0.0001003$$

此の如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

$$K = \frac{0.0001606}{0.00805 \times 0.02179} = 0.0574$$

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も考ふるを可とす曾てボーテンスタイン(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  $50 \times 2^9 = 1.06 \times 10^{11}$  年即ち百六億年を要するるこ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に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 ( $\text{SO}_2$ ) と酸素 ( $\text{O}_2$ ) と化合して三酸化硫黄 ( $\text{SO}_3$ ) 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酸酵は釀母、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( $\text{NaHSO}_3$ )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( $\text{NaHSO}_4$ )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

$$1. \quad \text{A} + \text{B} + \text{C} = \text{A}' + \text{B}' + \text{C}'$$

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

$$V = Kabc$$

$$2. \quad 2\text{A} + \text{B} = \text{A}'' + \text{B}'' + \text{C}''$$

$$\text{A} + \text{A} + \text{B}$$

$$a \quad a \quad b$$

$$V = K a^2 b$$

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

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

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

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

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

4. 或る化學變化が 150 度の温度に於て 30 分間に完結せりとせば其の温度を 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) 化學變化の速度は温度を 10 度上昇する毎に殆ど二倍するが故に温度を 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  $30 \times 1024 \text{分} = 30 \times 1024 \times \frac{1}{60 \times 24} \text{日} = 22 \text{日(約)}$  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  $V = K.a$  の式にて  $a$  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

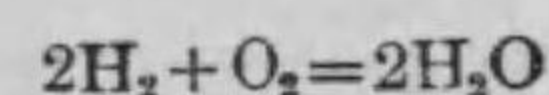
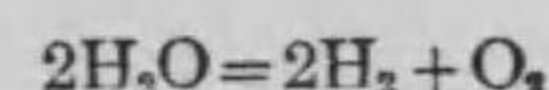
而して  $K$  は 0.00482, 0.00477, 0.00486 の平均なる 0.00482 なり

答 0.00482 モル

## 第二節 可逆反應

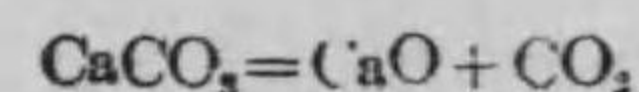
### 19. 可逆反應 Reversible reaction

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とあり例へば水蒸氣を高温 (1500°C) に熱すれば分解して酸素及水素を生じ得べく温度を約 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

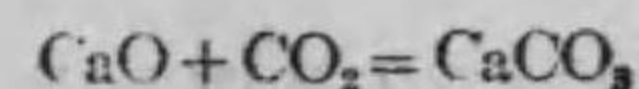


なる正反對の兩反應が熱の變化によりて起るなり

大理石(炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$ ) を強熱すれば分解して生石灰(酸化カルシウム  $\text{CaO}$ ) と炭酸瓦斯とを生ず



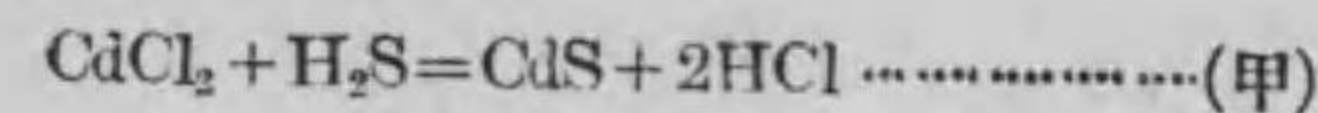
而してその温度を降せば生成物更に化合して元の炭酸カルシウムを生ず



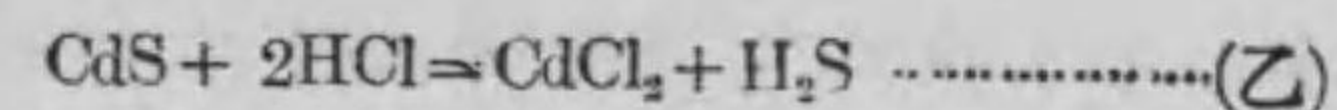
即ち前と正反對の變化を起すなり



又た鹽化カドミウム(CdCl<sub>2</sub>)の水溶液に硫化水素(H<sub>2</sub>S)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



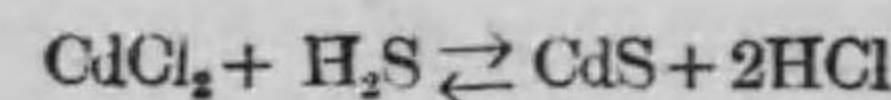
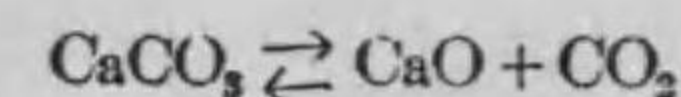
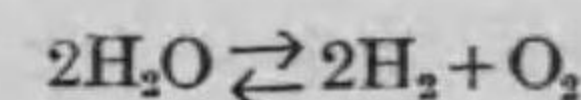
然るにその硫化カドミウムを濾し取り之れに適當の強鹽酸を加ふれば硫化カドミウムは溶解して鹽化カドミウム及硫化水素を再生す即ち



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向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



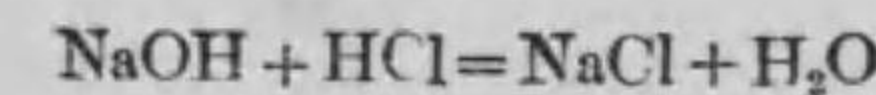
一般に  $\text{AB} + \text{CD} \rightleftharpoons \text{AC} + \text{BD}$

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

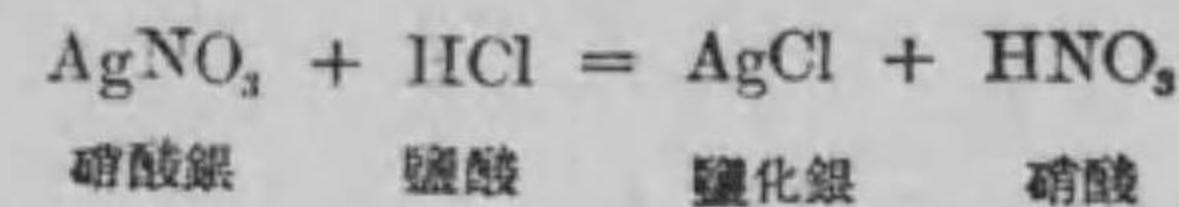
可逆反應の數頗る多しと雖も苛性ソーダと鹽酸とが中和して食鹽と水とを生ずる反應即ち



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

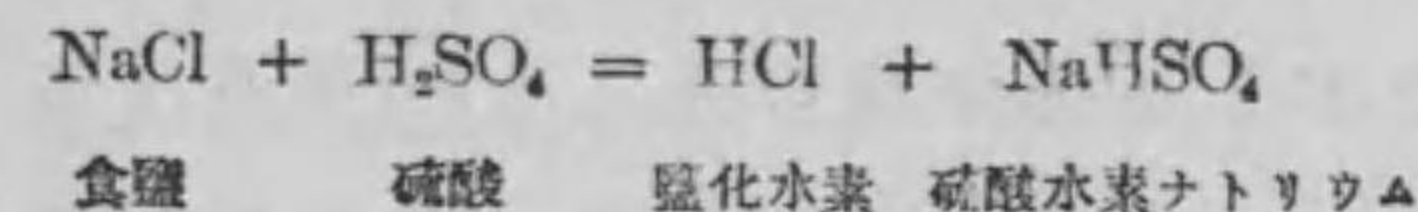
硝酸銀の水溶液に鹽酸を注げば鹽化銀及硝酸を生ず

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

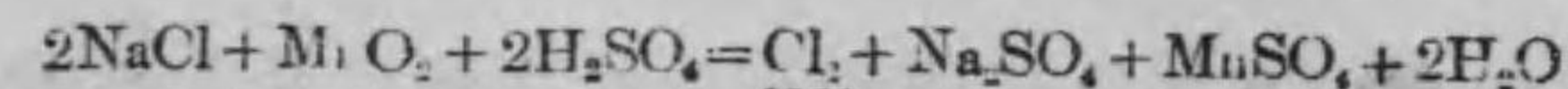


にありては鹽化水素は此のときの温度に於て氣體となりて逃出するが故に此逆反應を起すと能はざるなり。

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( MnO<sub>2</sub> )との混合物に強硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)を加へて熱するときは鹽素(Cl<sub>2</sub>)、硫酸ナトリウム(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)、硫酸マンガ( Mn<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> )、水(H<sub>2</sub>O)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

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

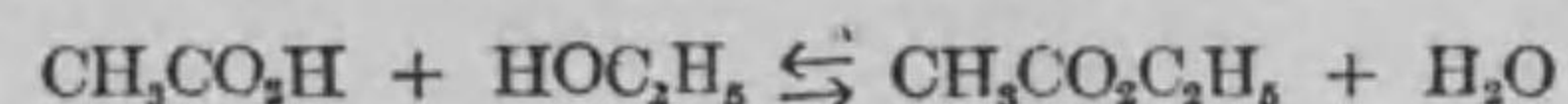
$$\therefore \frac{ab}{cd} = \frac{K''}{K'}$$

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溫度に於ては一定の値を有す。

(例一) 常溫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。



醋酸                  アルコール                  醋酸エチル                  水

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。

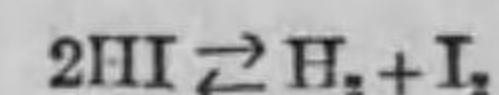
又た醋酸の一瓦分子にアルコールの二瓦分子を混ずるときは醋酸エチル及び水の各0.845瓦分子(約)を生じて平衡の状態に達するを見る故に此のときのKは

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

即ち此の反應の平衡常數Kは常溫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<sub>2</sub>)と沃素(I<sub>2</sub>)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



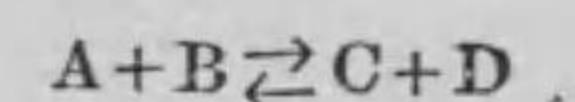
故に此の正逆の兩反應は相平衡して沃化水素水素沃素の三氣體がある割合にて共存すべし。

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)

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

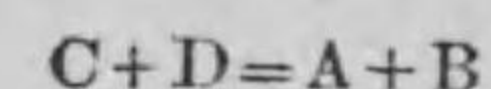
にて  $K$  は常數なれば以上の平衡状態にある混合物(A, B, C, D) 中より C の一部分を取り去るときはその濃度  $c$  は減ず依て  $\frac{1}{c}$  は増すべし然らば  $\frac{ab}{d}$  が減少せざれば  $\frac{1}{c} \times \frac{ab}{d}$  が常數とならず即ち  $d$  なる D の濃度を増し  $a$  (A の濃度) 及び  $b$  (B の濃度) を減すべきなり



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



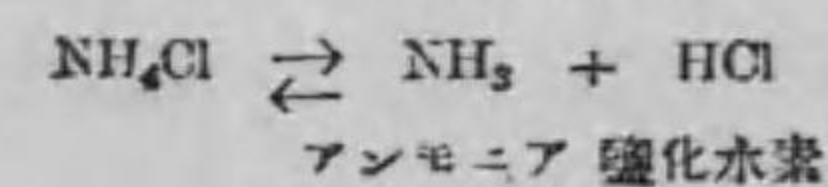
なる逆反應進行す。C の代りに D を他より加ふるも同様なり。

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  $\text{NH}_4\text{Cl}$  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



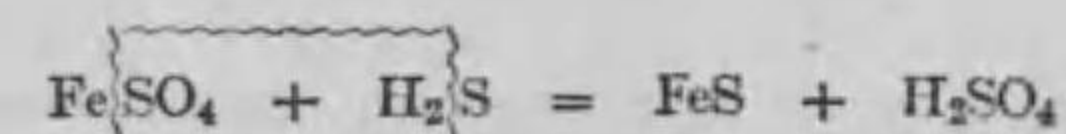
苛性ソーダ 食鹽



生石灰 鹽化カルシウム

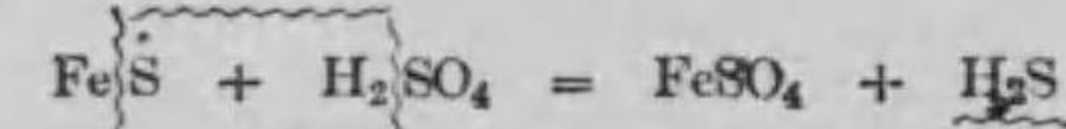
2. 硫酸鐵の水溶液に硫化水素を加へて硫化鐵を造るときアンモニア水を以てアルカリ性となし置くを要す此の理如何

(解) 硫酸鐵の水溶液に硫化水素を加ふれば



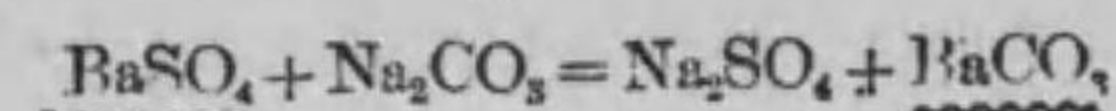
硫酸鐵 硫化水素 硫化鐵 硫酸

の反應起りて硫化鐵を生ずるも直に硫酸と作用して



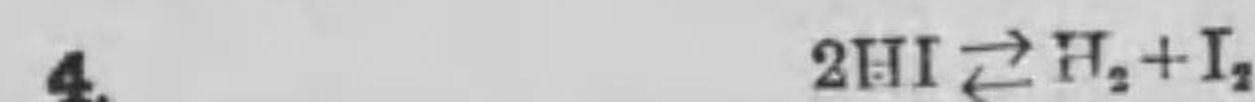
なる逆作用起る而して硫化水素は氣體なるを以て作用の範圍より逃出し不可逆なる依て硫化鐵は得られず故に硫化鐵を得んには硫酸を除去するを要す之をなすにはアルカリ性になる迄アンモニア水を加へて充分に中和せざるべからず

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) 斯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す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之を繰り返すこと數回なれば可なり。



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

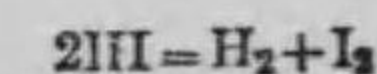
(解) 初めの場合は  $2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$

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    H<sub>2</sub>の濃度 = b    I<sub>2</sub>の濃度 = c    とすれば

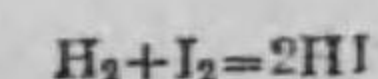
$$\frac{a^2}{bc} = K \quad (640 \text{頁参照})$$

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  $\frac{a^2}{bc}$  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 (I<sub>2</sub>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

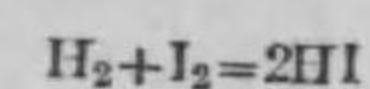
次の場合は



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

$$\text{何となれば } \frac{a^2}{bc} = K$$

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  $\frac{a^2}{bc}$ ) が常數とならず故に a (HI の濃度) を増  
し c (I<sub>2</sub> 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とき  
に於ける

$$\text{醋酸の濃度} = 1-x \quad \text{アルコールの濃度} = n-x$$

$$\text{醋酸エチルの濃度} = \text{水の濃度} = x$$

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  
混するとき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 とすれば平衡のときの

$$\text{醋酸の濃度} = 1-x \quad \text{アルコールの濃度} = n-x$$

$$\text{醋酸エチルの濃度} = x \quad \text{水の濃度} = m+x$$

依て

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

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じ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

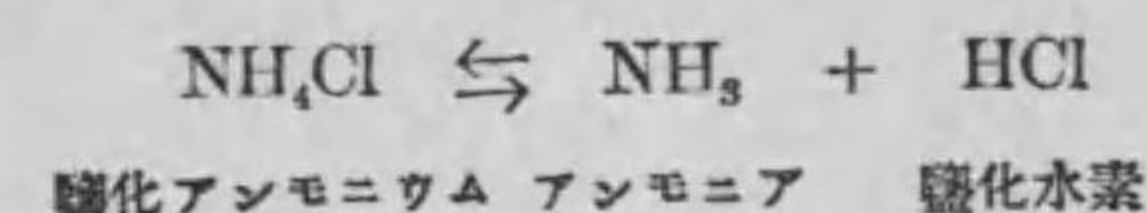
此の如く物質がある状況の變によりて分解しその状況舊に復するときは再び化合して元の物質を造り得べき分解を稱して解離と云ひ熱によれる解離を特に熱離

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に  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$  の濃度を各  $a, b, c$  としその平衡の常數を  $K$  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  $\text{NH}_3$  と  $\text{HCl}$  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

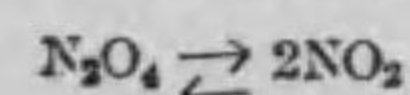
(解) 第643頁の問題4に於ける沃化水素の熱離の場合と同様にして鹽化水素を除去すれば  $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$  の反應進行し益々解離の度を増加すべし(第641頁問題1参照)

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  $\text{NO}_2$ )の氣體比重は温度26度に於ては空氣に對して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( $\text{NO}_2$ )が次の如き熱離をなすによる



今  $\text{N}_2\text{O}_4$  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  $\frac{92}{2} = 46$  ならばその空氣に對する比重は  $\frac{46}{14.4} = 3.2$  なり  
 又た  $\text{NO}_2$  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  $\text{N}_2\text{O}_4$  (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  $\text{NO}_2$  (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度に至れば盡く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

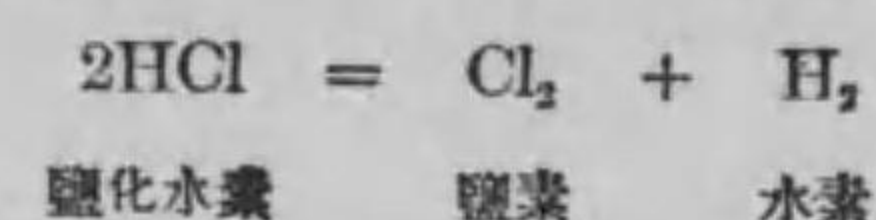
諸物質に電流を通ずるときは電氣を傳導するものと否らざるものとあり純粹の水及びアルコール、エーテル等有機化合物の水溶液は概ね電氣を傳導せず此の如き物質を非電解質 Non-electrolyte と稱す

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

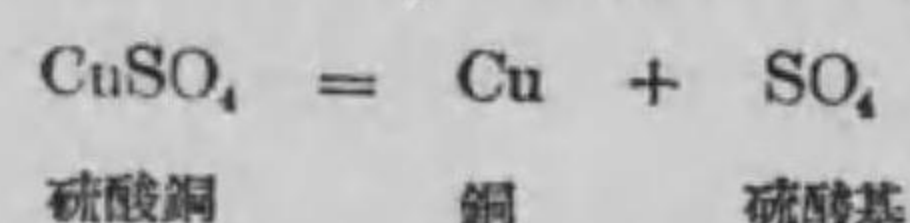
而して總て電解質が電流の爲めに電解せらるるには必らず液體となさざるべからず例へば固體の酸化アルミニウムは電氣を傳へず又た電解作用も起さざるも之を熔融して液體となせば電氣を傳導し此の物は爲めに酸素とアルミニウムとに分解せらる(第373頁参照)

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

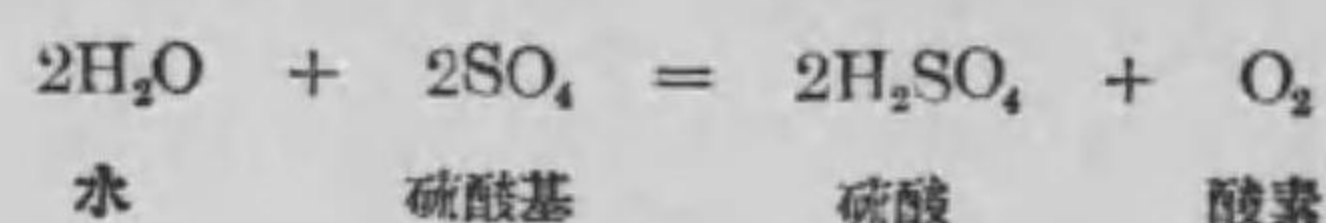




又た硫酸銅(固體)を水に溶かせる溶液に電流を通すれば容易に電解せられて銅と硫酸基(SO<sub>4</sub>)とを生ず

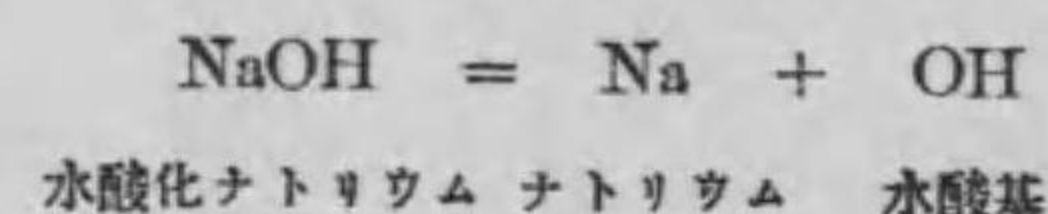


此の硫酸基は遊離の有様にて存在し能はざるにより直ちに水と作用し

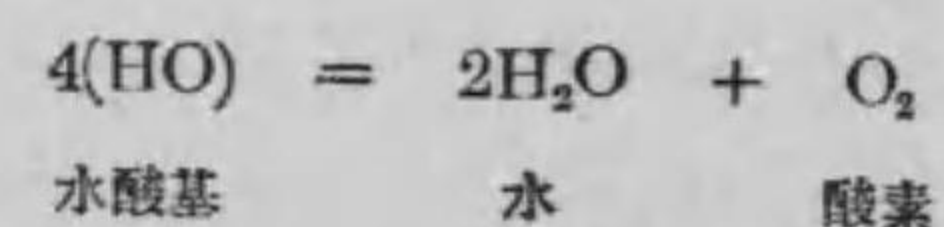


の變化を起して硫酸と酸素とを生ず

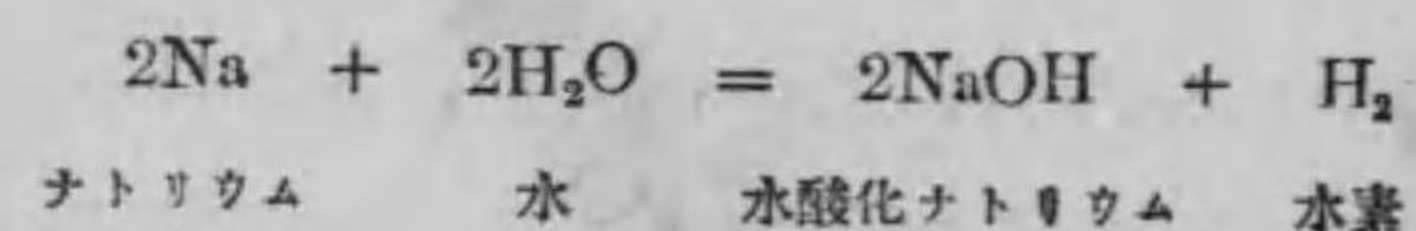
今水酸化ナトリウム(鹽基)の水溶液に電流を通すれば



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ず兩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屬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

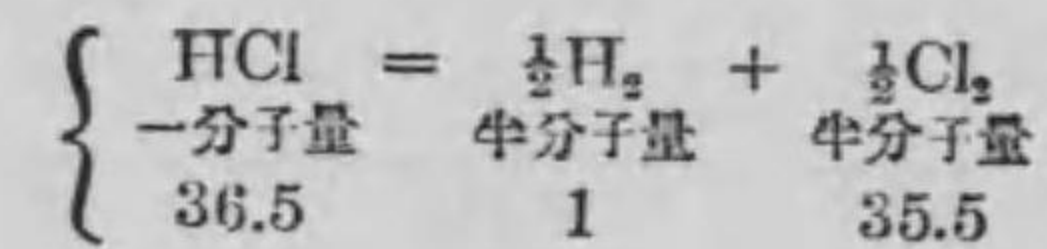
前に述べたる硫酸銅及び水酸化ナトリウムの場合の如く電解質の水溶液が電解せらるるに當り陰陽兩電極に現出するものが水に作用せらるるもの又は基なるときは直ちに水に作用してその結果物がその電極に現はる此の現象を電解の副作用(又は二次作用)と云ふ

### 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(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)の水溶液のときは陰極に水素一分子量即ち2量(H<sub>2</sub>)を出し陽極は(SO<sub>2</sub>)を出す此の(SO<sub>2</sub>)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

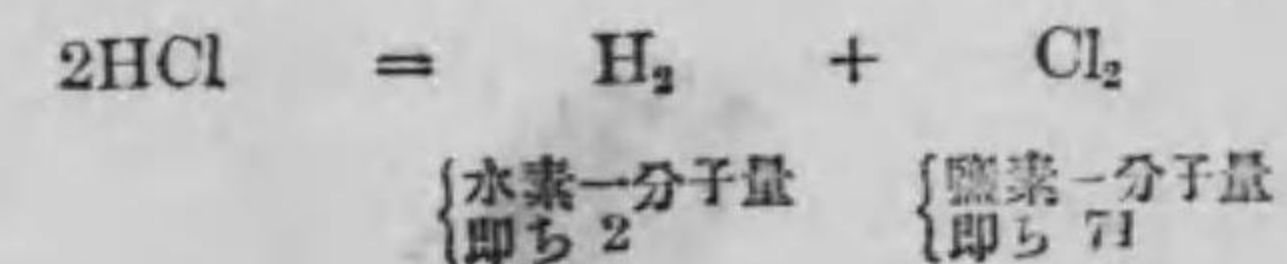
又た種々の電解質の水溶液を入れたる電解器數個を連接し一定時間之に電流を通ずるときは同量の電氣が各溶液中を通過せらるべきなり而して此の際各陰陽兩極に現出せる物質の量を檢せば各の當量の割合なるを認めらる

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

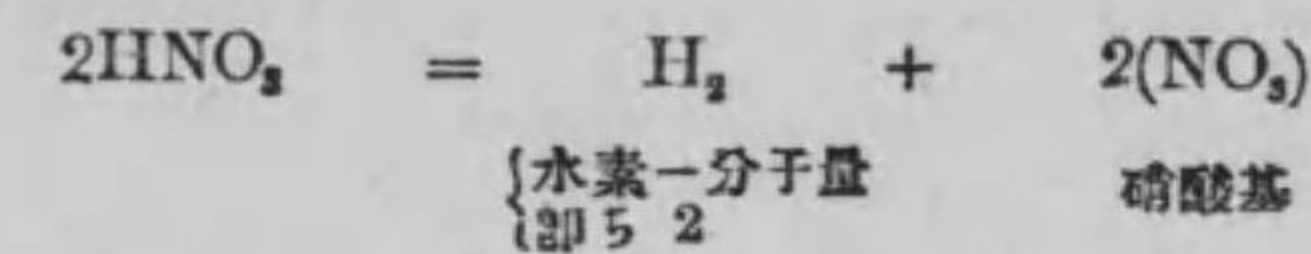
例へば今鹽化水素(HCl), 硝酸(HNO<sub>3</sub>), 硫酸銅(CuSO<sub>4</sub>)の各水溶液に同一の電流を或時間通ずるとき各電極に現出する物質の量の割合は次の如し

鹽酸にては前に述べたるが如く(第652頁参照)

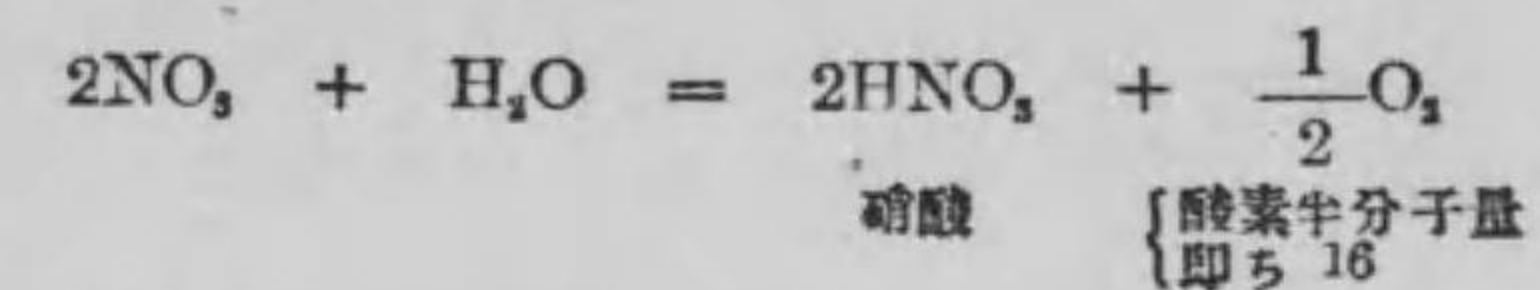


の反應起りて水素は陰極に鹽素は陽極に現はれその量の割合は水素2量に就き鹽素71量なり

硝酸にては先づ



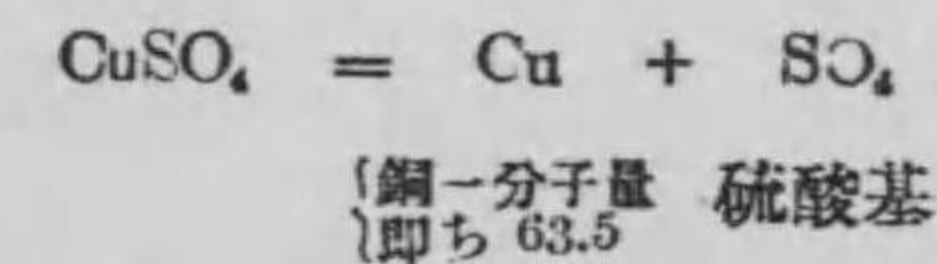
の反應起り水素は陰極に現はる而して  $2(\text{NO}_2)$  は直ちに水と副作用を起して



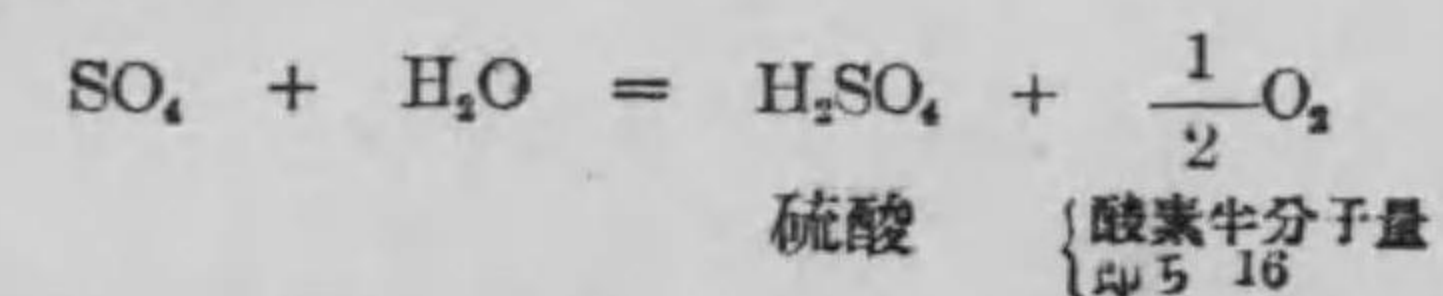
斯くて生じたる酸素は陽極に現はる

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  $\text{SO}_4$  は直ちに水と副作用を起して



斯くて生せ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

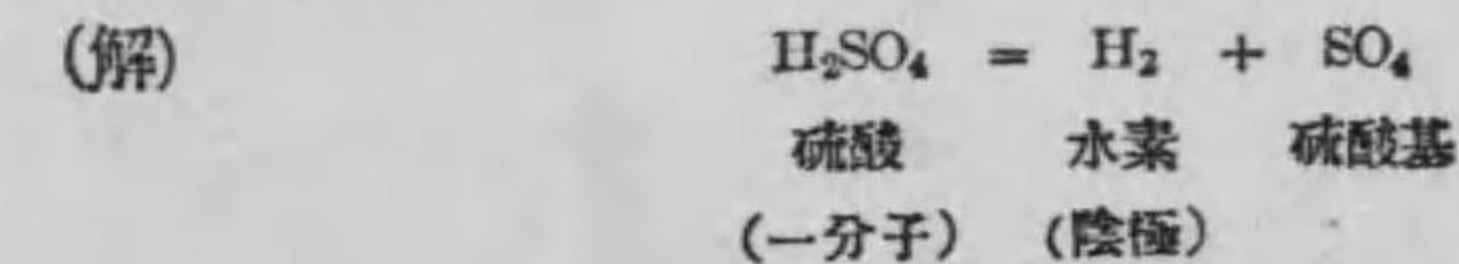
電解質	陰極	陽極
鹽化水素	水素 1 瓦	鹽素 35.5 瓦
硝酸	水素 1 瓦	酸素 8 瓦
硫酸銅	銅 31.75 瓦	酸素 8 瓦

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

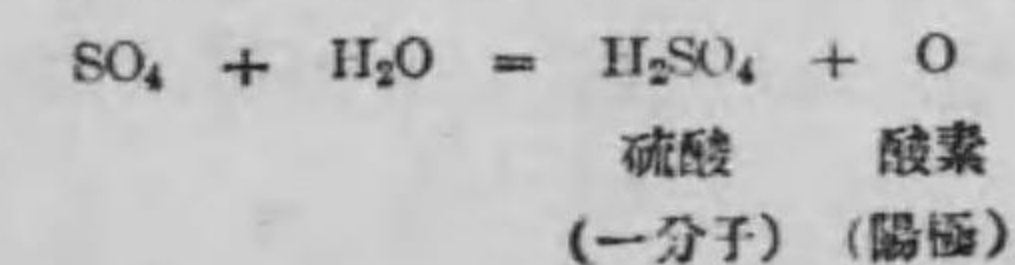
而して實驗に徴するにその誤らざるを知る

### 3 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



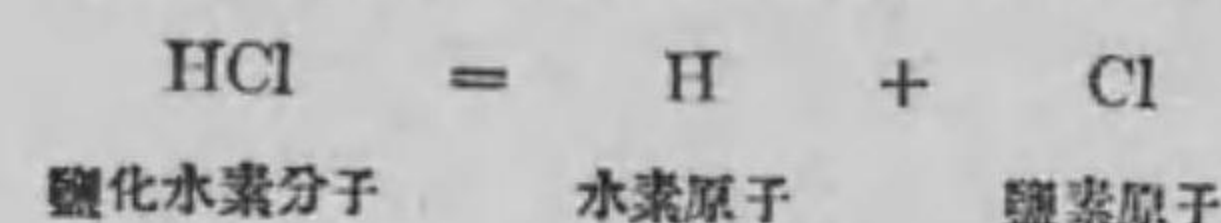
の電解起るも  $\text{SO}_4$  は直に水と副作用を起す即ち



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





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と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しとす

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 <sub>3</sub> )	水 素 (H)	硝 酸 基 (NO <sub>3</sub> )
硫 酸 銅 (CuSO <sub>4</sub> )	銅 (Cu)	硫 酸 基 (SO <sub>4</sub> )

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 (SO<sub>4</sub>), (OH), (NO<sub>3</sub>) 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 (NO<sub>3</sub>) 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 (SO<sub>4</sub>) 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

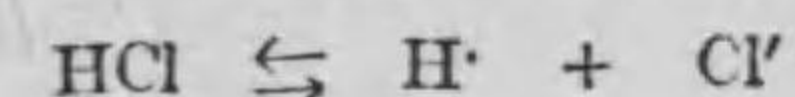
### 31. イオンの符號 Symbols of Ions

イオンを表はすに次の符號を用ふ

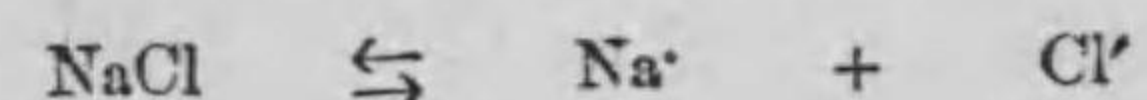
一價陽イオン <sup>+</sup> 又は + 水素イオン H <sup>+</sup> , H <sup>+</sup> カリウムイオン K <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> 銀イオン Ag <sup>+</sup> , Ag <sup>+</sup>	一價陰イオン <sup>-</sup> 又は - 鹽素イオン Cl <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> 水酸イオン (OH) <sup>-</sup> , (OH) <sup>-</sup> 硝酸イオン (NO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup> , (NO <sub>3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

### 32. 電離を示す方程式

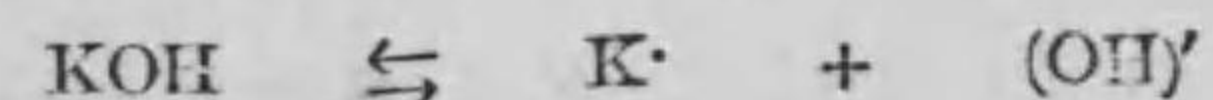
電離を示すに次の如き方程式を用ひ



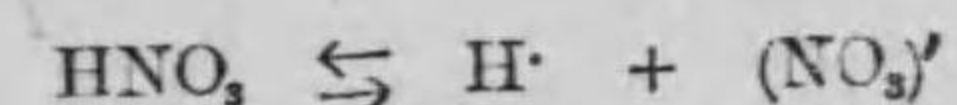
鹽化水素 水素イオン 鹽素イオン



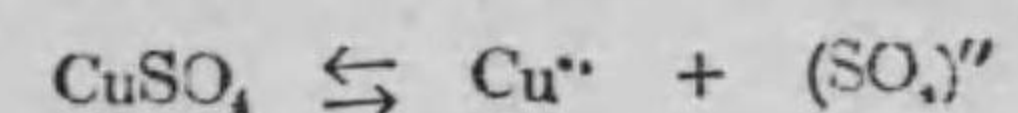
鹽化ナトリウム 「ナトリウム」イオン、鹽素イオン



水酸化カリウム 「カリウム」イオン 水酸イオン

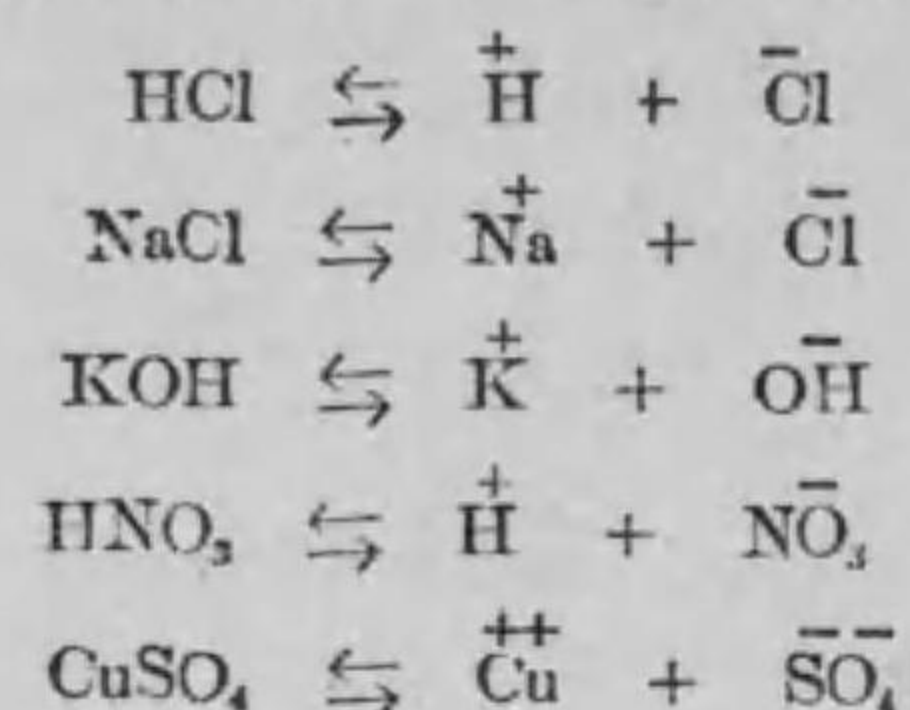


硝酸 水素イオン 硝酸イオン



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ゝあり



### 33. 電解の説明

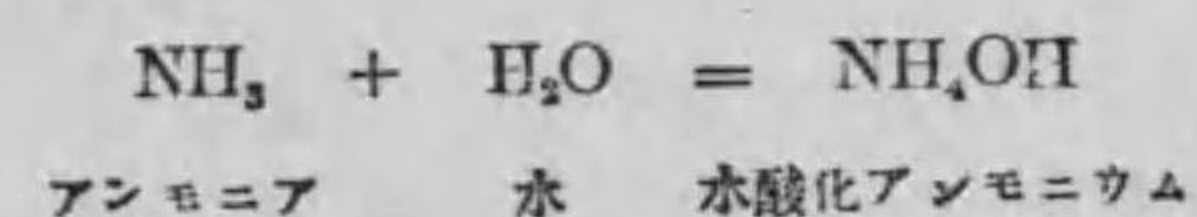
イオン説によれば電解の現象を簡明に了解し得べし  
電解質例へば鹽化水素(HCl)の水溶液にありてはその  
分子は水素イオン(陽)と鹽素イオン(陰)とに解離せらる而  
して之に電流を通すれば陽電氣を有する水素イオンは  
陰極の陰電氣に引かれて陰極に到り電氣を失ひ(之れ陰  
極の陰電氣によりて中和せらるゝによる)通常の水素單  
體となりて發生す、陰電氣を有する鹽素イオンは陽極の  
陽電氣の爲めに陽極に引かれて電氣を失ひ(即ち陽極の  
陽電氣にて中和せらる)通常の鹽素單體となりて遊離す  
るなり、之れによれば電流は電解質を分解するにあらず  
してその水溶液中に既に存在せる陰陽兩イオンを各反  
對の電氣を有する極に引き電氣を中和し通常  
の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



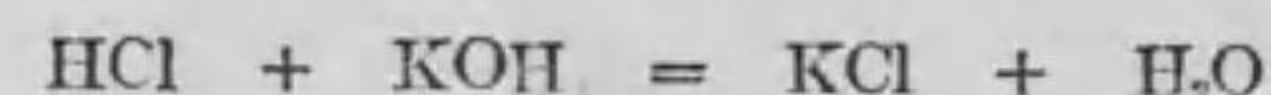
の反應を起し水酸化アンモニウム(NH<sub>4</sub>OH)なる化合物を  
造り此の物質が水溶液中に於て僅かに解離し少量の水  
酸イオンを生ずるならん

強き酸と強きアルカリとの中和によりて生ずる鹽類 (KCl 鹽化カリウム, NaNO<sub>3</sub> 硝酸ナトリウムの如き)の水溶液は殆ど完全に解離せるものとす之れ能く電氣を導き電解せらるゝを以てなり

今酸とアルカリとが水溶液に於て中和して鹽類を生ずるときは同時に水を生ず例へば硝酸と水酸化ナトリウムとの中和及び鹽化水素と水酸化カリウムとの中和の如し而して通常之を示すに

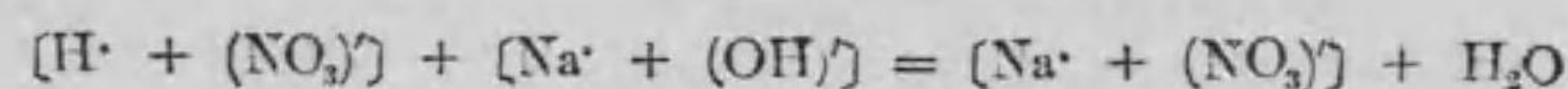


硝酸 水酸化ナトリウム 硝酸ナトリウム 水



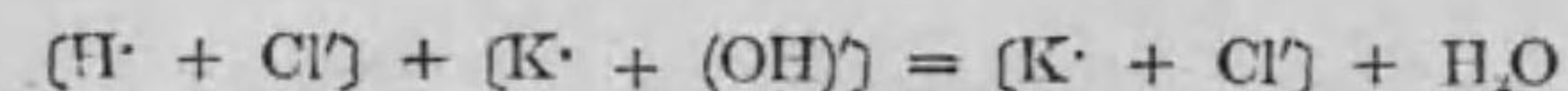
鹽化水素 水酸化カリウム 鹽化カリウム 水

の方程式を以てすれば各物質(水を除く)は水溶液にありて何れもイオンに解離し居り水は殆ど解離するとなきを以て次の如く示すを至當なりとす



{水素 {硝酸 {ナトリウム {水酸 {ナトリウム {硝酸 水  
{イオン {イオン {イオン {イオン {イオン {イオン

酸類 アルカリ類 鹽類



{水素 {鹽素 {カリウム {水酸 {カリウム {鹽素 水  
{イオン {イオン {イオン {イオン {イオン {イオン

酸類 アルカリ類 鹽類

之れによりて酸とアルカリとの中和に於ては水素イオン(酸中の)と水酸イオン(アルカリ中の)とが相結合して殆

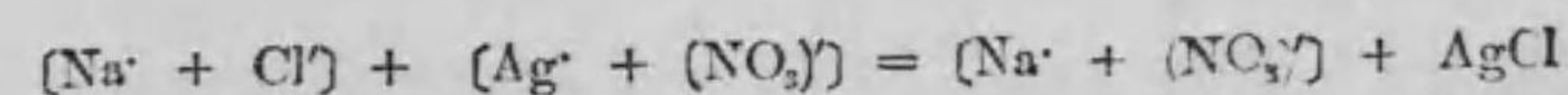
んど解離せざる水を生ずるものにして此の際同時に生ずる鹽はイオンに解離し居るなり即ち水素イオンと水酸イオンとの外は凡てのイオンは中和の爲めに何等の變化を受けざるを知らる

以上の如きイオン間の反應を示す方程式をイオンの方程式 Ionic equation と云ふ

### 35. イオンの反應 Ionic reactions

種々の水溶液中に起る作用は大抵その中に存在するイオン間の反應に歸するを得べし故に同じイオンを有する溶液は常に同じ作用を呈するなり例へば鹽素イオンを有する食鹽(鹽化ナトリウム Na,Cl)鹽化水素(H,Cl)鹽化カリウム (K,Cl) 及びその他の鹽化物の水溶液に硝酸銀の水溶液(Ag,NO<sub>3</sub>)を有すを加ふれば何れも同じ鹽化銀(AgCl)の白澱を生ずるを見る之れ鹽化物の水溶液中にある鹽素イオンが硝酸銀の水溶液中にある銀イオンと結合して水に溶解難き鹽化銀(即ちイオンに解離せず)を生ずるによる

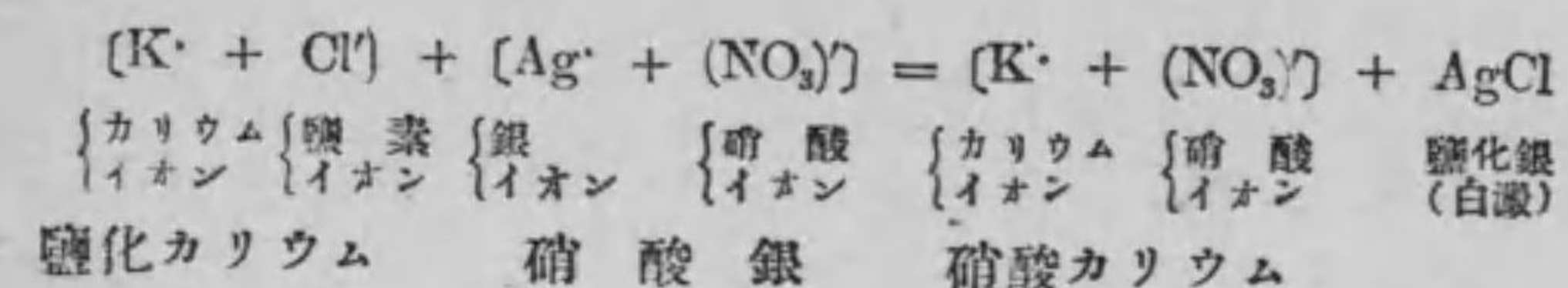
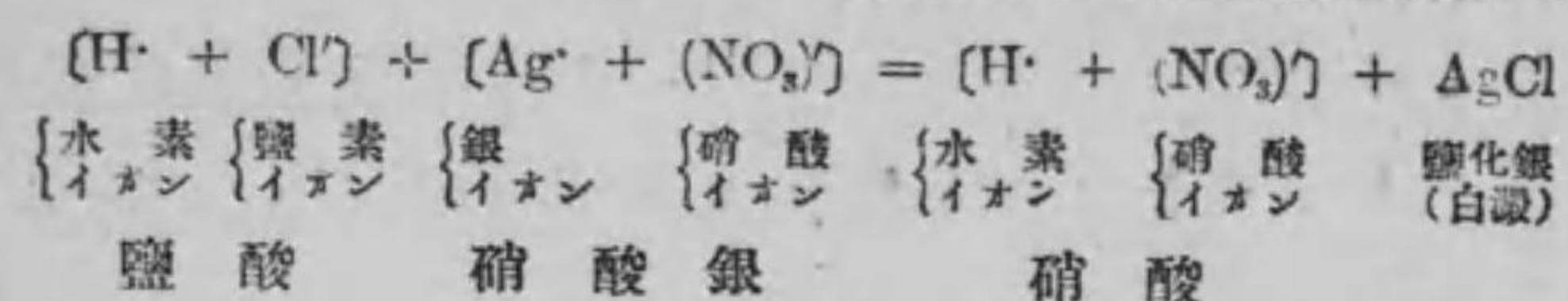
以上の反應をイオンの方程式にて示せば



{ナトリウム {鹽素 {銀 {硝酸 {ナトリウム {硝酸 鹽化銀  
{イオン {イオン {イオン {イオン {イオン {イオン (白澱)

食鹽 硝酸銀 硝酸ナトリウム





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(KClO<sub>3</sub>)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<sup>+</sup>)と鹽素酸イオン(ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>)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とき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 CoCl<sub>2</sub>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(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 又は硫酸コバルト CoSO<sub>4</sub>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  $CoCl_2 + 6KCN + H_2O = K_2Co(CN)_6 + 2KCN + KOH + H$  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  $Co(CN)_6^{4-}$  となる。

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 <sup>++</sup>	淡紅	マンガン酸イオン (MnO <sub>4</sub> ) <sup>-</sup>	緑	
第二マンガン	Mn <sup>+++</sup>	紫赤	過マンガン酸	(MnO <sub>4</sub> ) <sup>-</sup>	赤紫
第一クロム	Cr <sup>+++</sup>	青	クロム酸	(CrO <sub>4</sub> ) <sup>-</sup>	黄
コバルト	Co <sup>+++</sup>	紅	重クロム酸	(Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) <sup>-</sup>	赤黄
ニッケル	Ni <sup>+++</sup>	緑			
第二銅	Cu <sup>+++</sup>	青			

57. 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

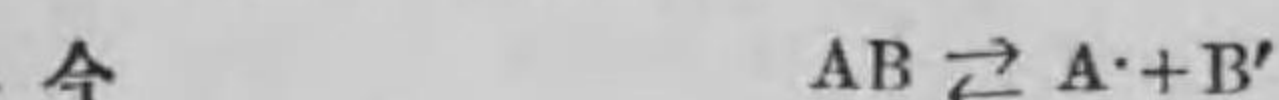
稀釋度	{鹽化ナト {リウム	{鹽化カ {リウム	{鹽化アン {モニウム	{硫酸カ {リウム	{醋酸カ {リウム	{鹽化バ {リウム
1	0.68	0.76	0.75	0.53	0.63	0.58
10	0.84	0.86	0.86	0.71	0.83	0.76
100	0.94	0.94	0.95	0.87	0.93	0.89
1000	0.98	0.98	0.99	0.96	0.97	0.96
10000	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

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

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

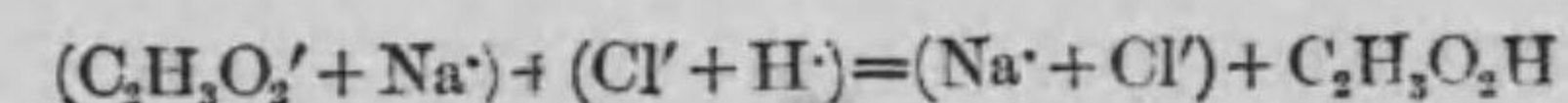
の關係あり此の常數を電離常數(Constant of electrolytic dissociation or Ionisation constant)と云ふ。

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る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

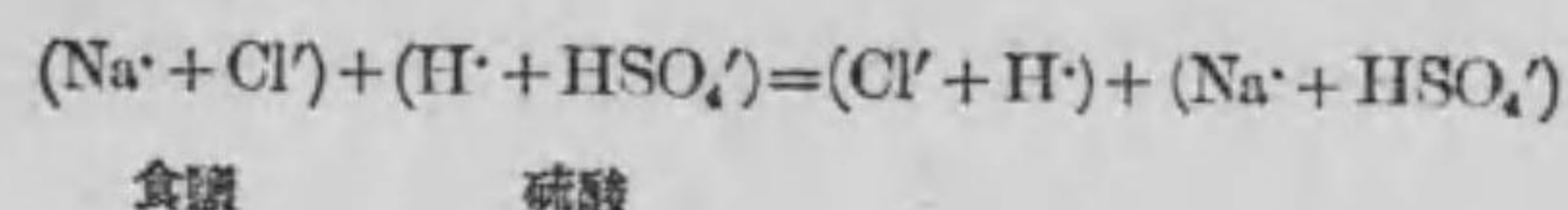


の變化を起す即ち醋酸ナトリウム液中の  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2'$  イオンと鹽酸中の H イオンと會合して電離度の微小なる醋酸  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{H}$  を生じ Na イオンと Cl イオンとを残す故に此の反應は殆ど不可逆となる依て之を煮れば醋酸を蒸溜し跡に鹽化ナトリウム(NaCl)を残す。

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

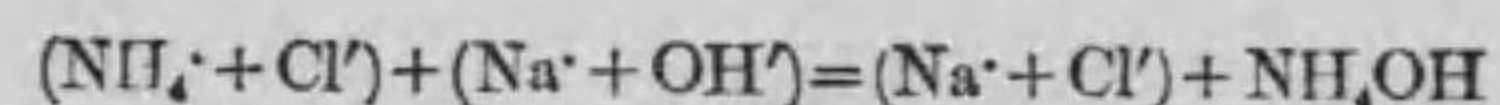
か又は生じたる鹽が沈澱性のものにあらざればその酸を製取するも能はず。

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

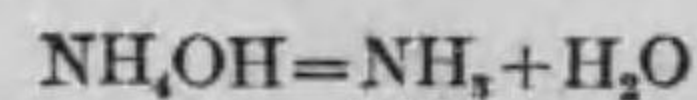


にて示さる而して之を熱すれば  $\text{H}^+$  と  $\text{Cl}^-$  とは會合して HCl (鹽化水素) となり揮發して去るなり。

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  $\text{NH}_4\text{Cl}$  の水溶液に苛性ソーダ (NaOH) を加ふれば



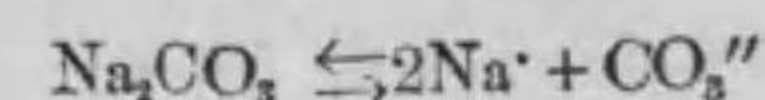
の變化起りて  $\text{NH}_4^+$  と  $\text{OH}^-$  とは會合して  $\text{NH}_4\text{OH}$  (水酸化アンモニウム電離の微小なる弱鹽基) を造る而して之を熱すれば  $\text{NH}_4\text{OH}$  は水分を失ひてアンモニアとなりて發散す。



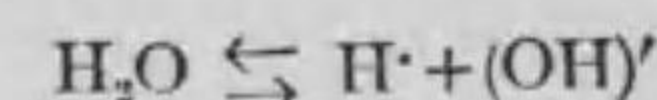
### 39. 加水分解 Hydrolysis

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

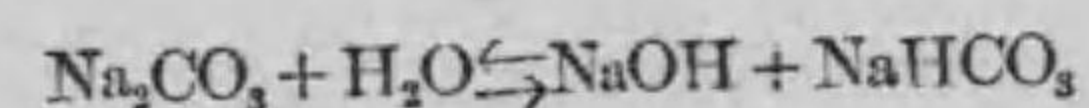
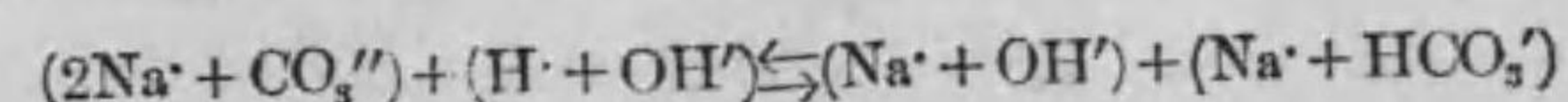
僅かに電離せる水のイオンの作用による。例へば炭酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) は強鹽基なる水酸化ナトリウムと弱酸なる炭酸との作用によりて生じ得べき鹽なり之を水に溶解すれば著しく電離す



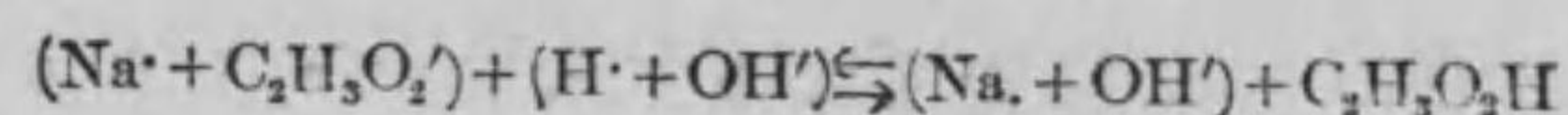
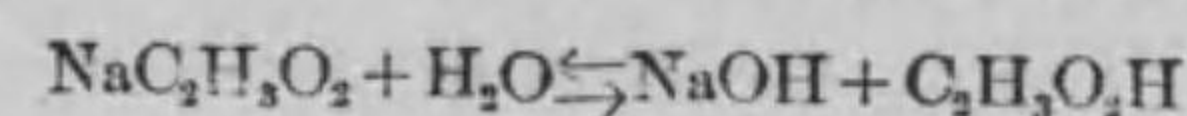
又た水は僅かに電離して



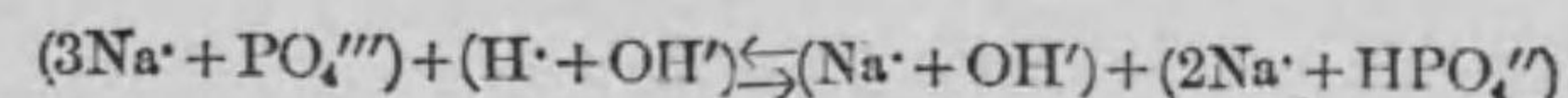
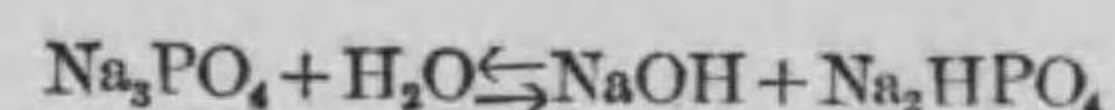
僅少の  $\text{H}^+$  と  $(\text{OH})^-$  とを生ず而して  $\text{CO}_3^{2-}$  は  $\text{H}^+$  と結合して電離し難き  $\text{HCO}_3^-$  を造りて  $\text{Na}^+$  と  $(\text{OH})^-$  とを残す故に此の液はアルカリ性反應を呈するなり初め水の電離して生ぜし  $\text{H}^+$  及び  $(\text{OH})^-$  は甚だ僅かなれども  $\text{H}^+$  の  $\text{CO}_3^{2-}$  と結合して減するを以て  $\text{H}_2\text{O}$  は更に電離して  $\text{H}^+$  及び  $(\text{OH})^-$  を生ず  $\text{H}^+$  は生ずるに従ひて  $\text{CO}_3^{2-}$  と結合し去り  $(\text{OH})^-$  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  $\text{HCO}_3^-$  イオンは甚だ微小ながらも電離して  $\text{H}^+$  と  $\text{CO}_3^{2-}$  とを生ずるを以て  $\text{HCO}_3^-$  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  $\text{H}^+$  も多くなるべきなり然らば  $\text{H}_2\text{O}$  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  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$  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

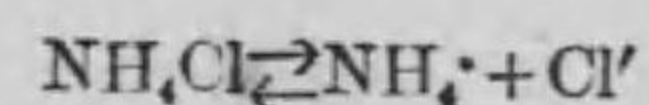


又同様に磷酸ナトリウム  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  の水溶液は次の加水分解をなすを以てアルカリ性なり

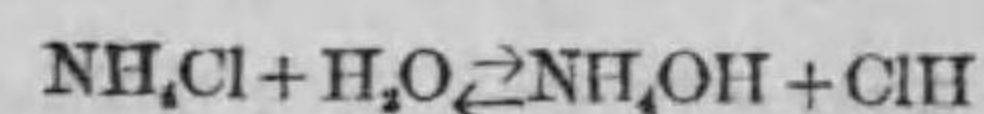
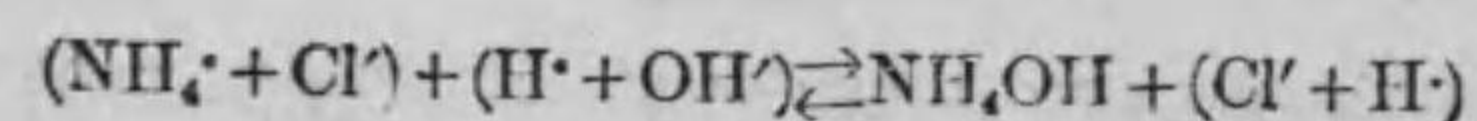


以上の場合と反対に強酸と弱鹽基との化合によりて生ずべき鹽は水に溶解すれば加水分解をなして酸性反應を呈す

例へば鹽化アンモニウム ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 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

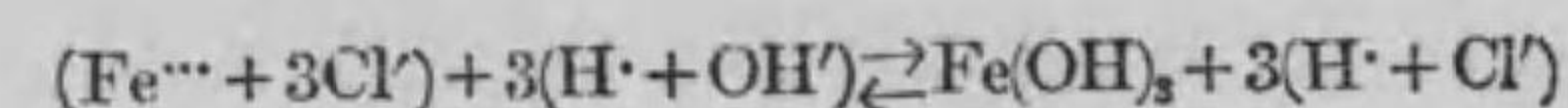
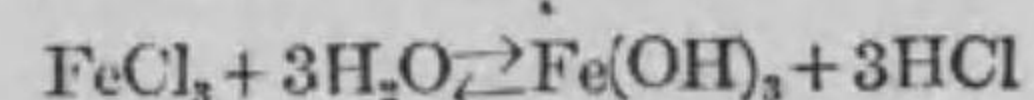


$\text{NH}_4^+$  (アンモニウムイオン) は水の電離によりて生ずる  $\text{OH}^-$  と化合して電離度の甚だ小なる水酸化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{OH}$  を造り  $\text{H}^+$  (水素イオン) を残す故に此の溶液は酸性を呈するなり



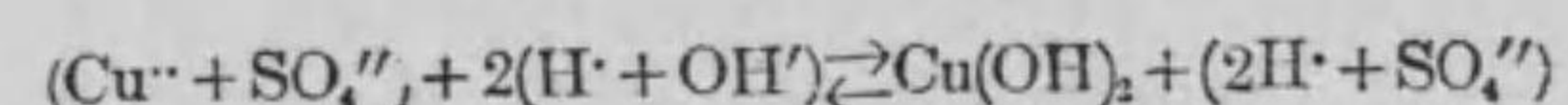
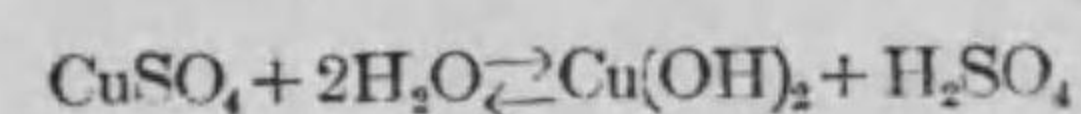
鹽酸

同様の理にて鹽化第二鐵  $\text{FeCl}_2$  の水溶液は酸性なり



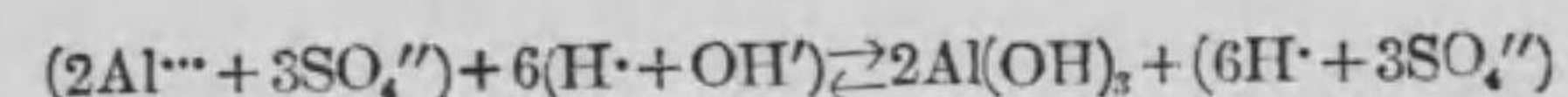
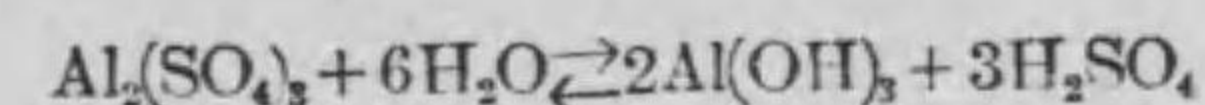
水酸化鐵

又硫酸銅 ( $\text{CuSO}_4$ ) の水溶液は加水分解を受けて酸性なり



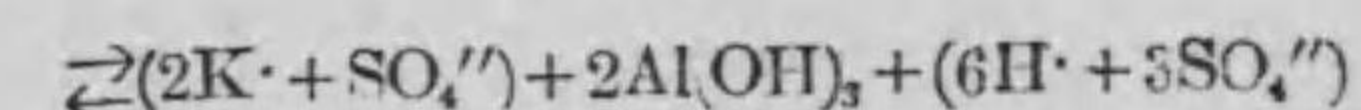
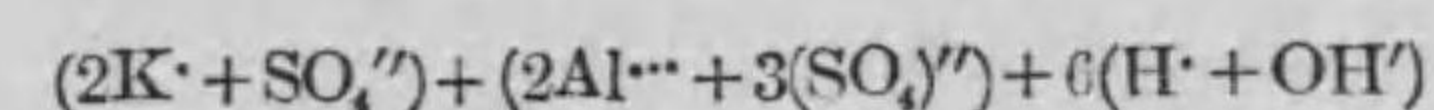
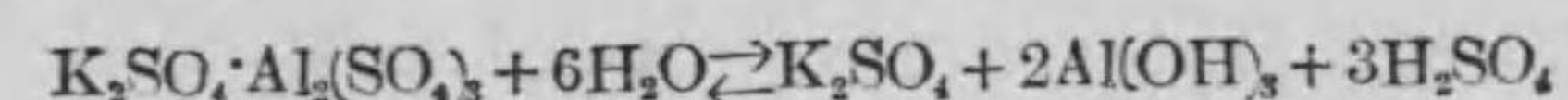
水酸化銅

又硫酸アルミニウム  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  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



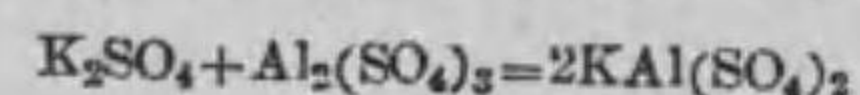
即ち  $(2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}) + 6(\text{H}^+ + \text{OH}^-) \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 + (6\text{H}^+ + 3\text{SO}_4^{2-})$  にして硫酸アルミニウムの場合と一致す。

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

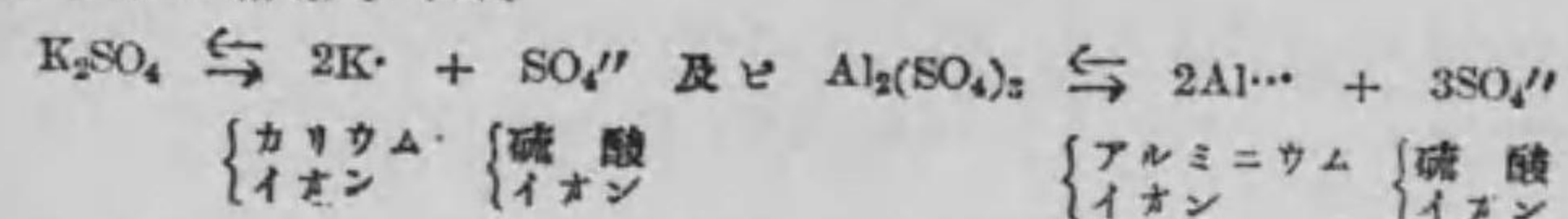
二種の鹽類の複化合物を別ちて複鹽及び錯鹽とす。

(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 ( $12H_2O$  の結晶水を有す) にして

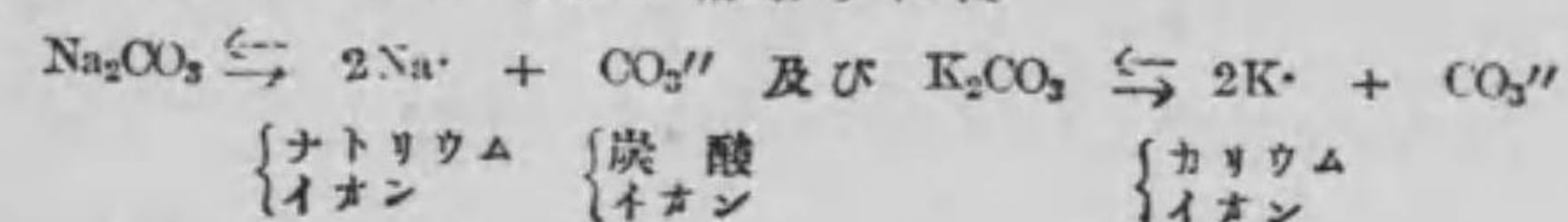


之を水に溶解すれば



の電離をなして溶液中には  $K^+$ ,  $Al^{3+}$ ,  $SO_4^{2-}$  を有す故に複鹽なり。

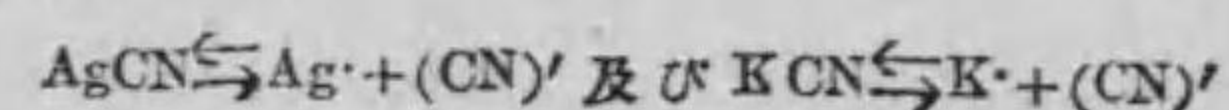
炭酸ナトリウム・カリウム  $NaKCO_3$  も亦複鹽の好例なり。之は炭酸ナトリウム  $Na_2CO_3$  と炭酸カリウム  $K_2CO_3$  との複化合物にして  $Na_2CO_3 + K_2CO_3 = 2NaKCO_3$  水に溶解すれば



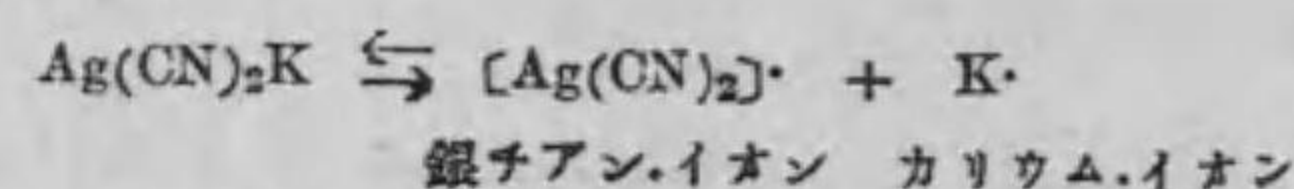
の電離をなすなり。

(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。

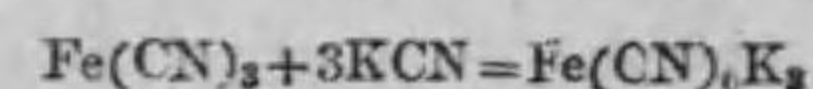
(例) 銀チアン化カリウム  $Ag(CN)_2K$  はシアン化銀  $AgCN$  とチアン化カリウム  $KCN$  との複化合物  $AgCN + KCN = Ag(CN)_2K$  にして此の水溶液は



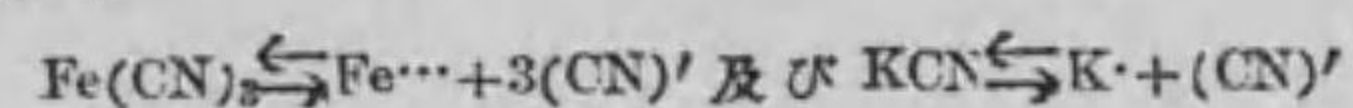
の電離をなさずして



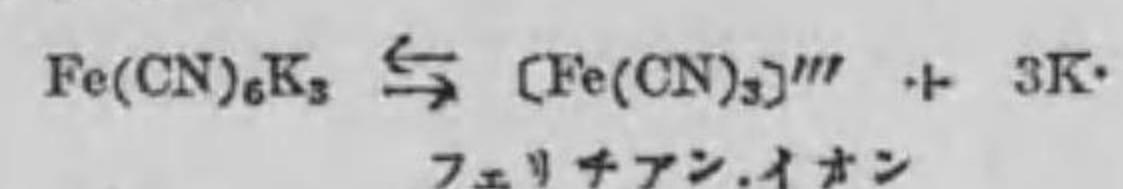
の電離をなす故に錯鹽にして銀チアン・イオンは錯イオンなり赤血鹽  $Fe(CN)_6K_3$  も亦た錯鹽なり之はチアン化第二鐵  $Fe(CN)_2$  とチアン化カリウム  $KCN$  との複化合物なるも



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

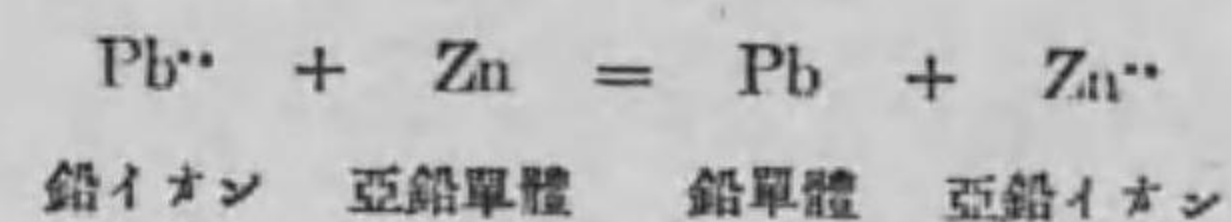
次の表は普通の金屬をイオン化の傾向の強弱に従て排列したるものにして各に比重を附記せり

(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)

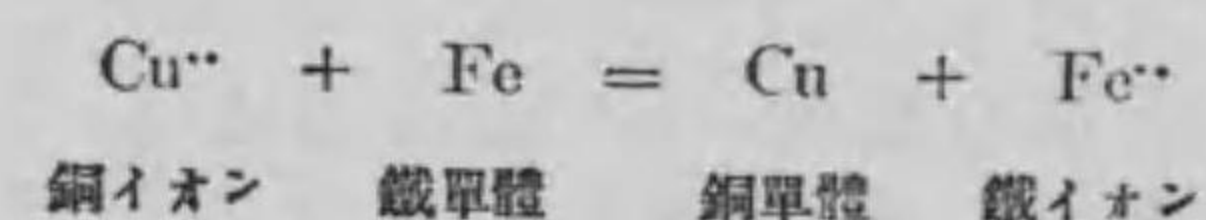
即ちカリウムはイオン化の傾向最も強く金は此の傾向最も弱し

今醋酸鉛の水溶液(鉛イオンを有す)に亜鉛の板を浸せ

ば亞鉛は鉛よりイオン化の傾向強きが故に亞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亞鉛の表面に附着して樹枝狀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



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



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

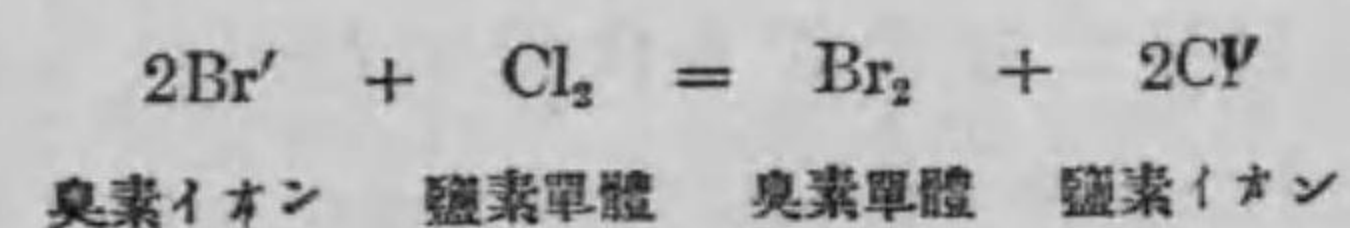
水素は陽性單イオンとなるものにして一の金屬元素なり。そのイオン化の傾向は略鉛と同一なり故に水素イオンを有する化合物即ち酸の水溶液に亞鉛或はナトリウム等イオン化の傾向の水素より大なる金屬を入れば水素單體を驅出するを得べきも銅水銀等その傾向の小なる金屬は之をなすを得ざるなり而して實驗によ

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



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)

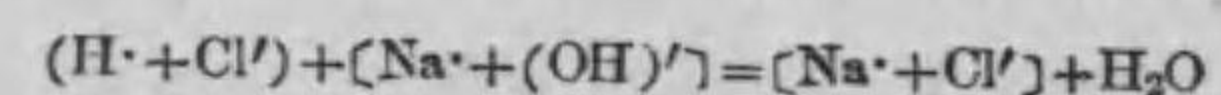


沃素イオン 鹽素單體 沃素單體 鹽素イオン

## 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

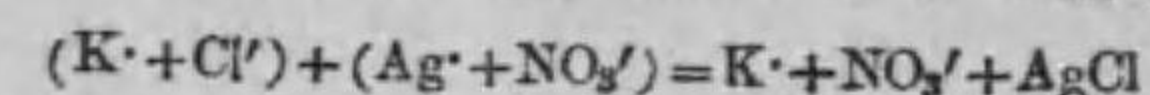


{鹽酸の  
水溶液} {苛性ソーダ  
の水溶液} {食鹽の水  
水溶液 (電離し難し)}

若し水が  $H \cdot + (OH)'$  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  $H \cdot, Cl', Na \cdot, (OH)'$  の四種のイオンがある割合をなして共存すべきなり。

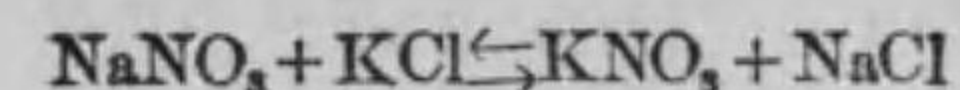
2. 鹽化カリウムの水溶液に硝酸銀の水溶液を加へて起る變化は可逆ならざるは何故ぞ

(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



沈澱

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



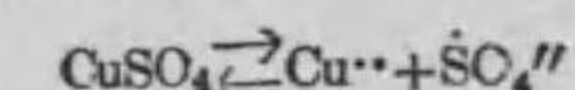
硝石 鹽化ナトリウム

之を不可逆になして硝石を得るには如何になすべきか

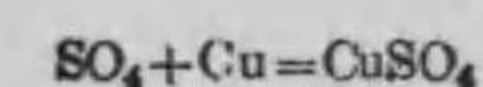
(解)  $[Na \cdot + (NO_3)'] + [K \cdot + Cl'] \rightleftharpoons [K \cdot + (NO_3)'] + [Na \cdot + Cl']$  にて示す如く  $Na \cdot, K \cdot, (NO_3)', Cl'$  の四種のイオン共存するを以て此の中  $K \cdot$  と  $(NO_3)'$  とを結合して  $KNO_3$  (硝石) の固體(電離せず)となさしむるを要す之をなすには此の溶液を熱して濃厚になし次で冷却するなり然らば硝石は固體となりて出づべし。

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。

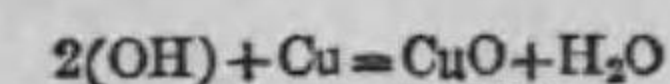
(解) 硫酸銅は水溶液に於て次の如く電離す



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



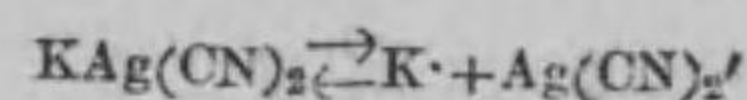
又た水も微弱に電離す  $H_2O \rightleftharpoons H \cdot + OH'$  而して  $H \cdot$  は陰極にて放電し水素を遊離すべし又た  $(OH)'$  は陽極にて放電し直ちに銅(極板)に作用して酸化銅を生ぜしむ



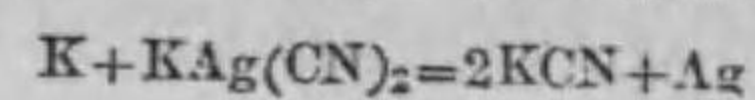
5. 銀チアン化カリウムの溶液を用ひて鍍銀するとき起る變化を問ふ。

(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

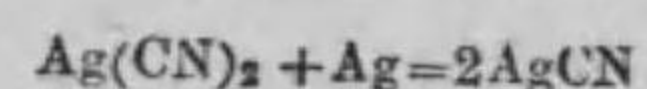




故に電流を通すれば $K^+$ は陰極に至りて放電し直に $KAg(CN)_2$ に作用して銀を遊離し此の極に用ひたる物體に銀を鍍す



$Ag(CN)_2^-$ (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銀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 $KAg(CN)_2$ は理論上少しも消耗せざるなり

6. 鹽化アンモニウムの1モル溶液の結氷點は零下 $3.31^\circ$ にして非電解質の1モル溶液の結氷點は零下 $1.89^\circ$ 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 $1.89^\circ$ 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 $\frac{75}{100}$ 分電離して $NH_4^+$ 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 $NH_4Cl$ の0.25瓦分子と $NH_4^+$ 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 $1.89^\circ$ の1.75倍なる $3.31^\circ$ 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

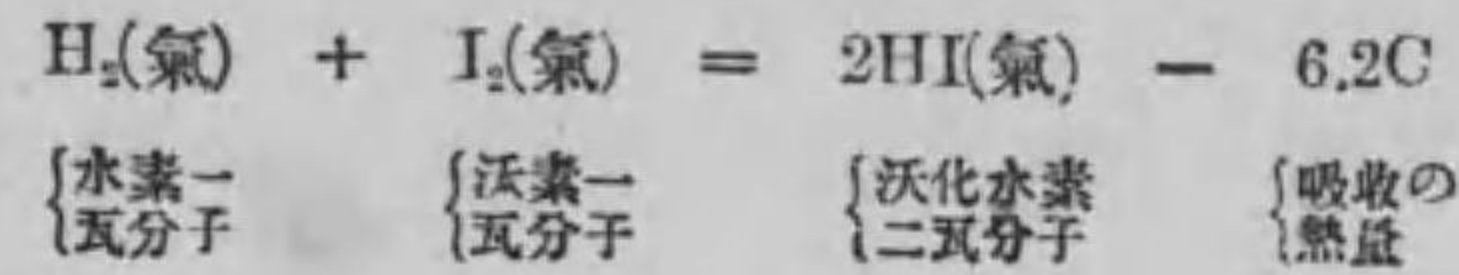
諸物質が相反應する際には常に多少の熱を發生するか或は吸収するものなり例へば水素 2 瓦(即ち一瓦分子)は酸素 16 瓦(即ち半瓦分子)と化合して液體の水 18 瓦を生ずるとき 68.4 大カロリーの熱を發生す又水素 2 瓦(即ち一瓦分子)は沃素 254 瓦(即ち一瓦分子)と化合して沃化水素 256 瓦(即ち二瓦分子)を生ずるとき 6.2 大カロリーの熱を周圍より吸収す即ち水素一瓦分子と酸素半瓦分子との反應熱は 68.4 C にして沃素一瓦分子と水素一瓦分子との反應熱は -6.2 C なり(-は吸収を意味す)

## 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

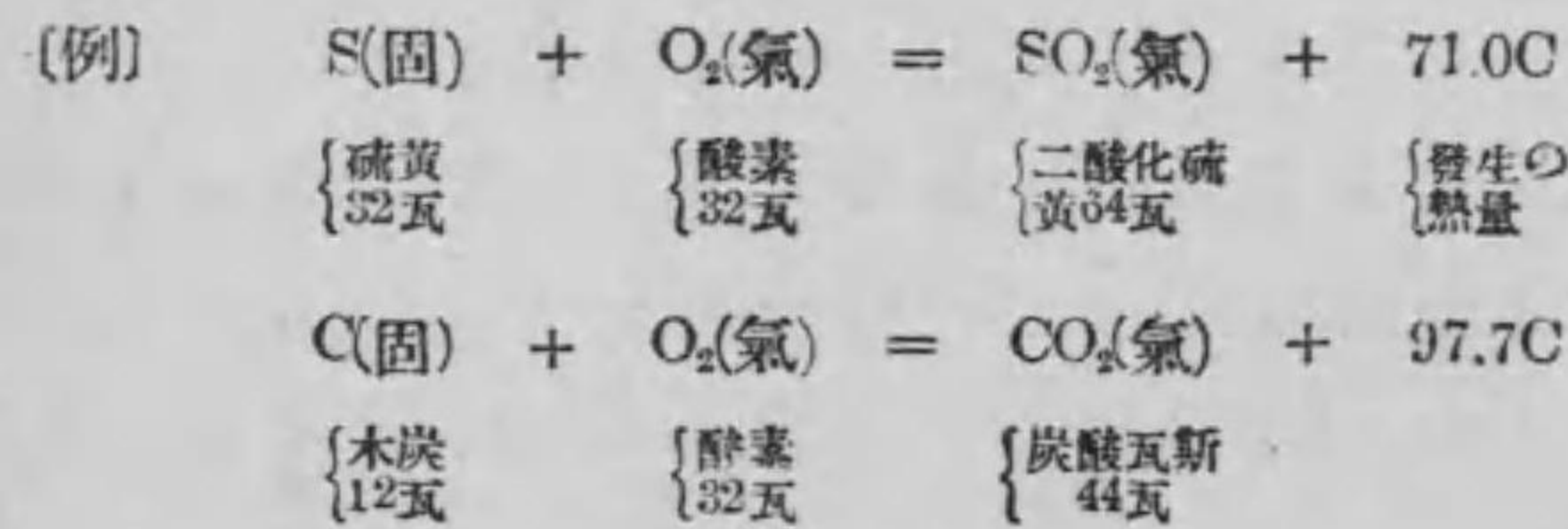




47. 發熱反應及び吸熱反應 Exothermic and Endothermic reactions 前述の例に於ける水素及び酸素の化合の如く熱の發生する反應を發熱反應と云ひ水素及び沃素の化合の如く熱を吸收する反應を吸熱反應と云ふ

#### 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

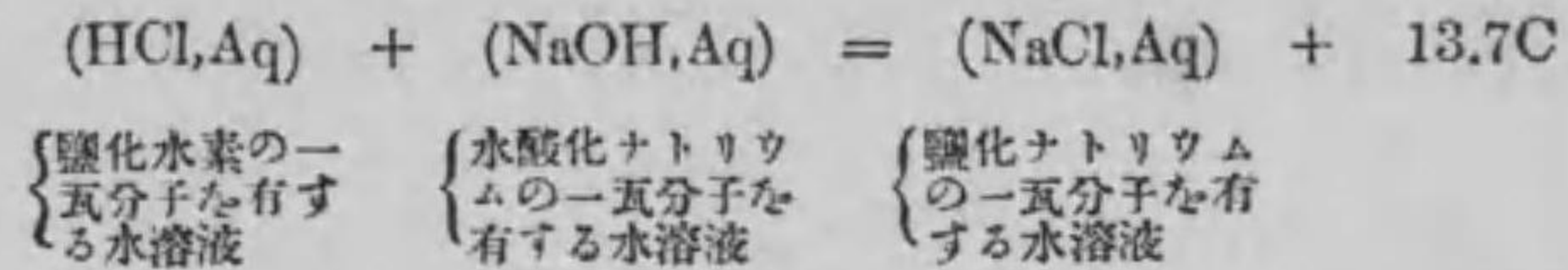


#### 49. 中和熱 Heat of Neutralisation

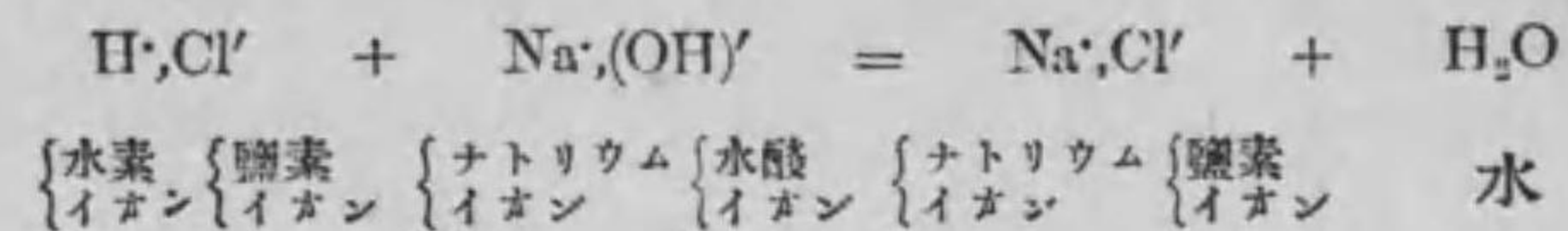
酸とアルカリとが水溶液に於て相中和する際にも亦熱を發生す此の種の反應熱を特に中和熱と稱す

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

し式中 Aq(Aqua の略語)は稀薄の水溶液なるを表はす

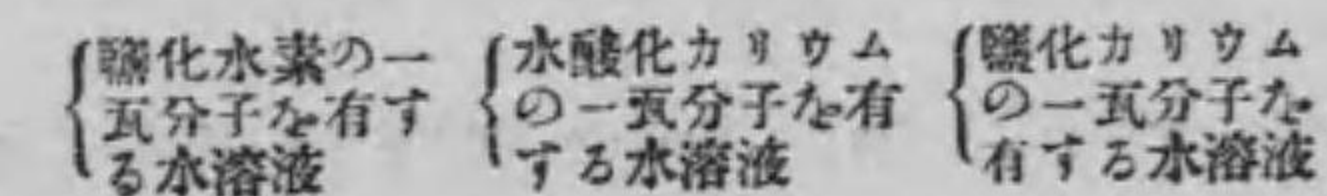
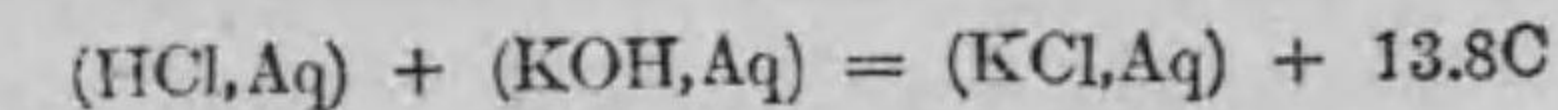
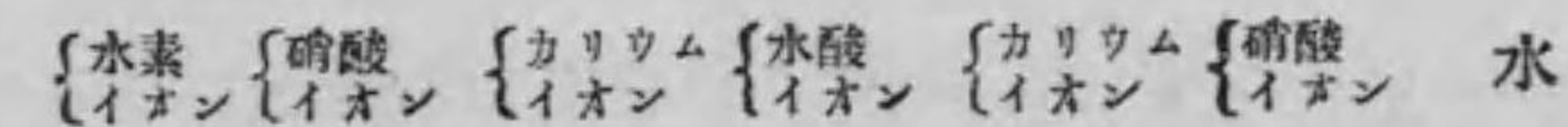
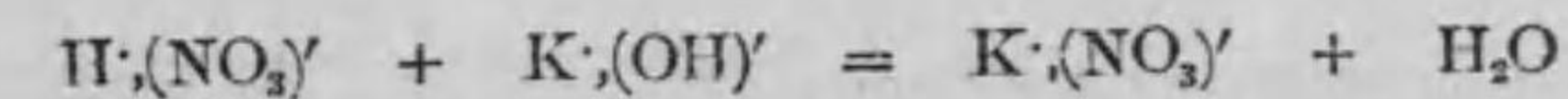
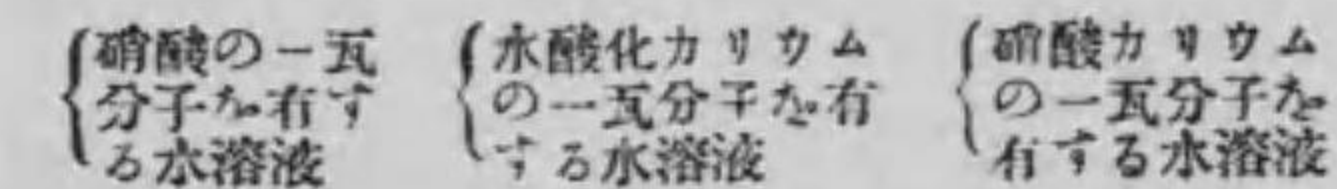
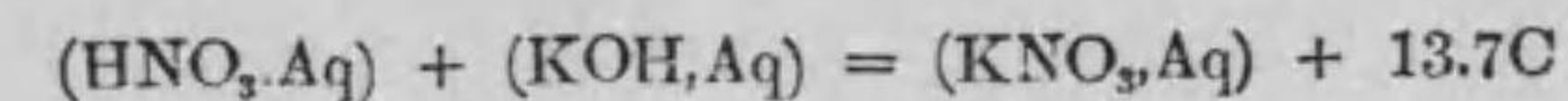


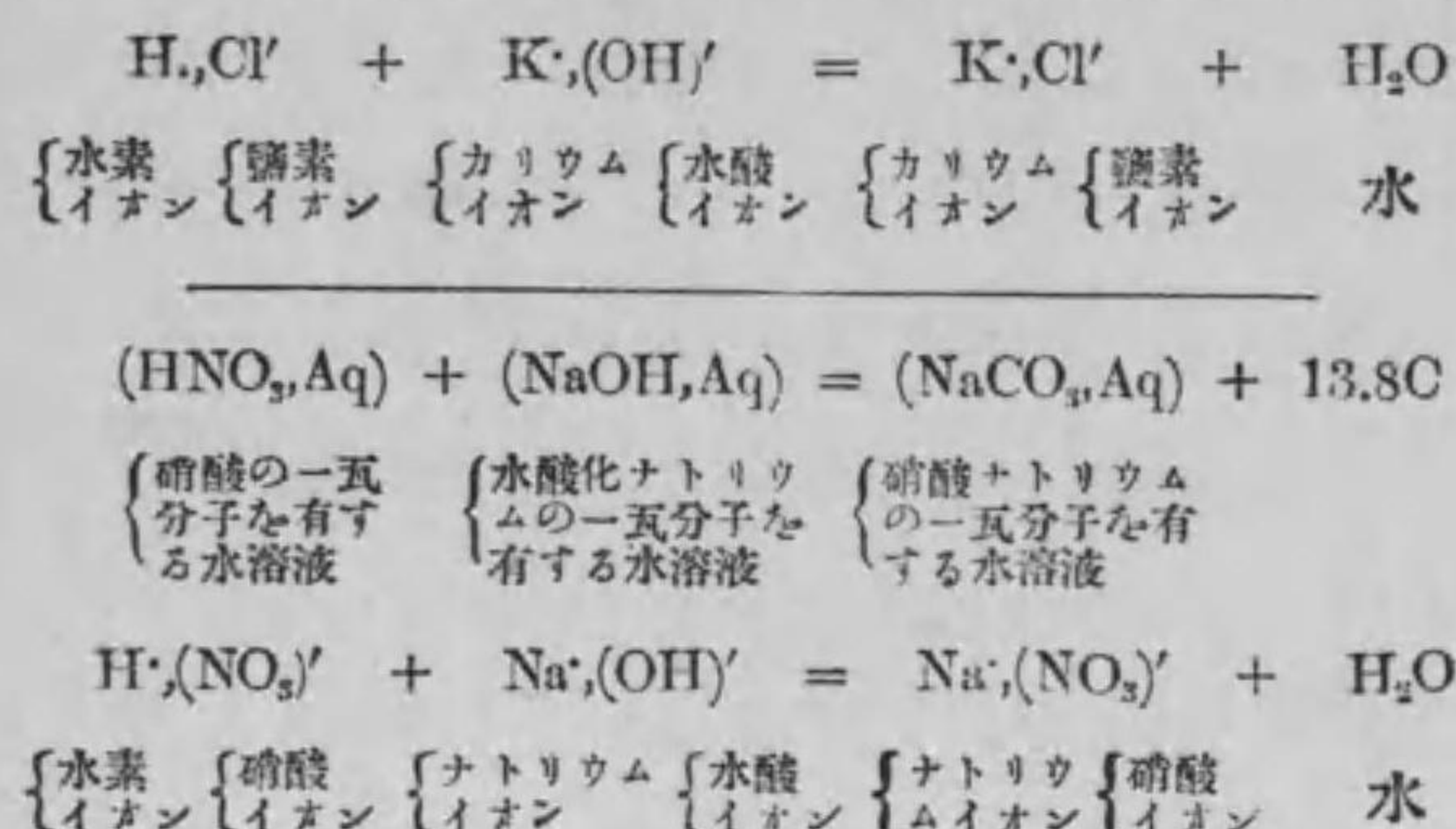
今此の中和作用をイオンの方程式にて示せば



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



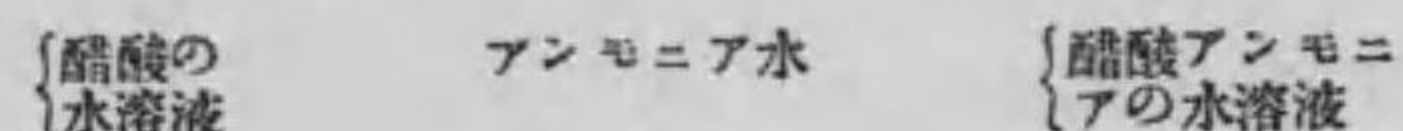
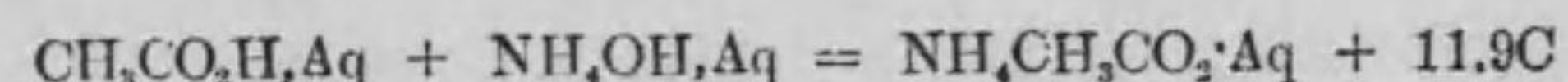
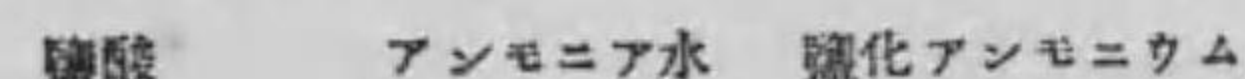
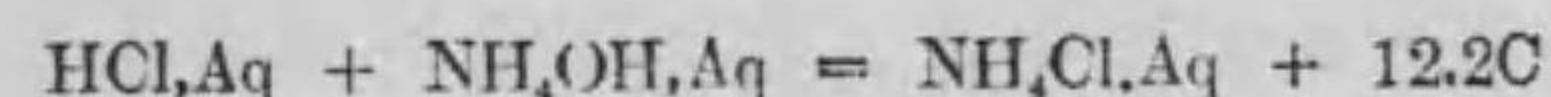
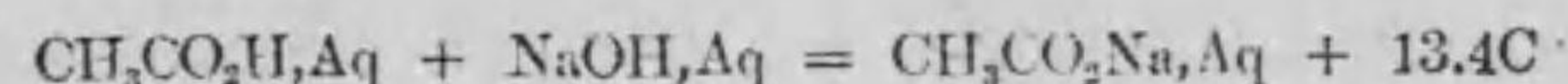
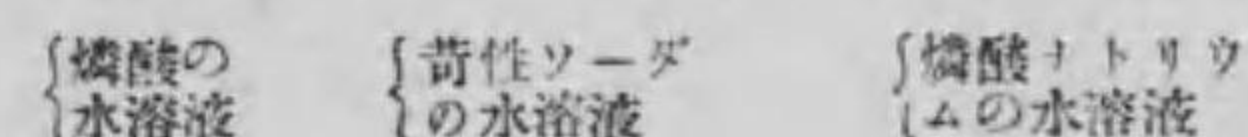
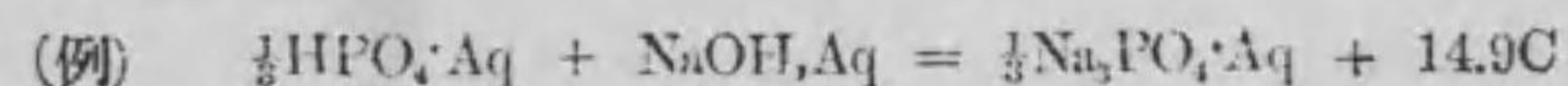


此等にありても前の鹽化水素と水酸化ナトリウムとの場合に於けるが如く各の酸及びアルカリは水溶液中に於て皆電離し中和のときナトリウム、カリウム、鹽素、硝酸基の各イオンは少しも變化を受けずして唯水素イオンと水酸イオンとが相結合し殆んど解離せざる水を生ずるなり故にその中和熱13.7C(約)は此等の水素イオンと水酸イオンとが結合するときに發生すべき熱量にして各の場合に於て略同一なるべきなり

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となるか否かを檢すれば可なり。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



即ち磷酸、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磷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  $59.58\text{C}$  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  $7.78\text{C}$  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  $51.89\text{C}$  の熱を發す。而してその和は  $7.78 + 51.89 = 59.67\text{C}$  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  $11.67\text{C}$  の熱を發す)之をアンモニア水にて中和すれば更に  $48.05\text{C}$  の熱を生ず即その和は  $11.67 + 48.05 = 59.72\text{C}$  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  $15.56\text{C}$  の熱を發す之をアンモニア水にて中和すれば更に  $44.65\text{C}$  の熱を生ず即ちその和は  $15.56 + 44.62 = 60.18\text{C}$  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

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

にして略一致するを見る

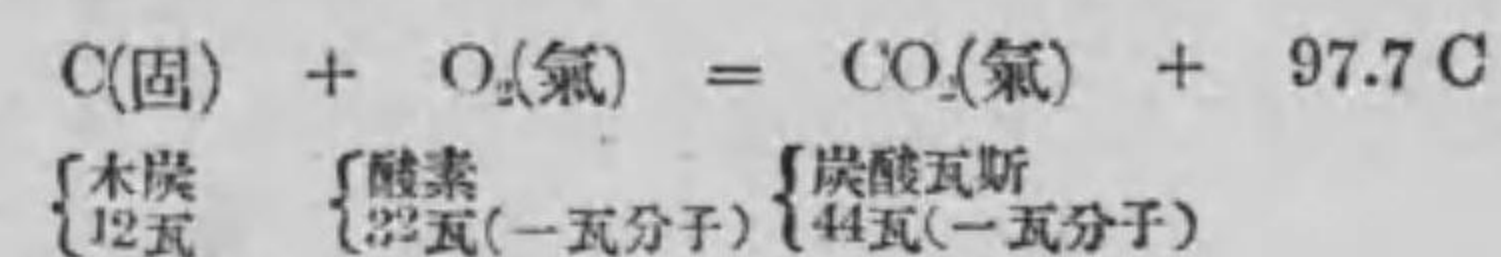
此の如き事實は此の他の場合にも見出さるるものなり一般に

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

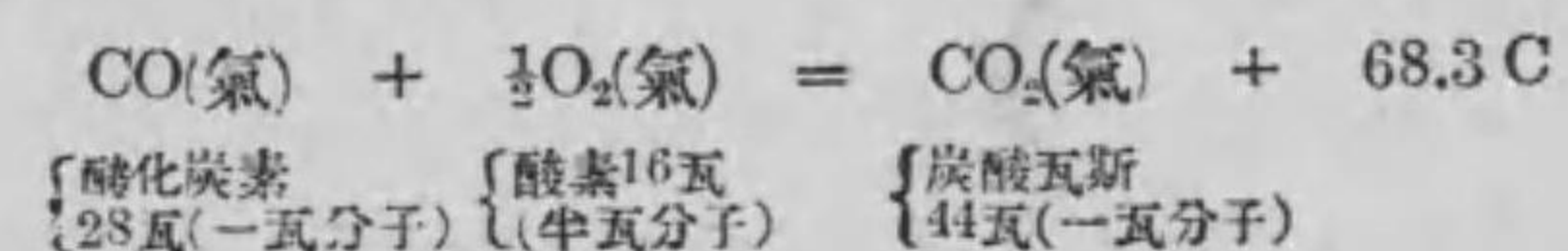
此の事實は頗る重要なものにして之を總熱量不變の定律と云ふ

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

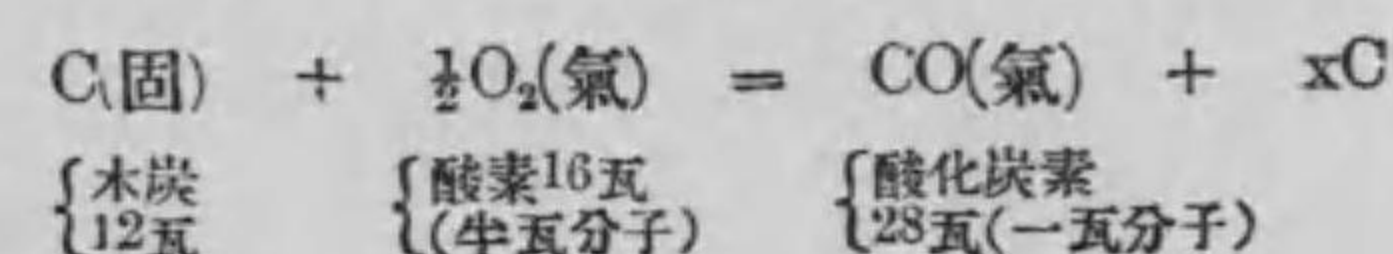
例へば木炭 12 瓦を充分に燃焼して炭酸瓦斯を造るとききの反應熱は  $97.7\text{C}$  にして



酸化炭素 28 瓦を充分に燃焼して炭酸瓦斯を造るとききの反應熱は  $68.3\text{C}$  なり

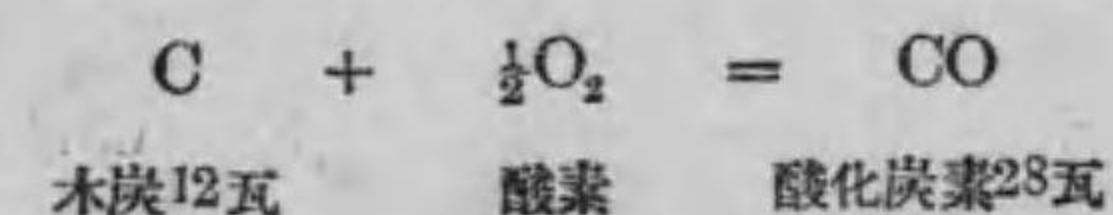


之れより木炭 12 瓦を燃焼して盡く酸化炭素となすとききの反應熱を推算せん此の反應熱を  $x$  とすれば即ち



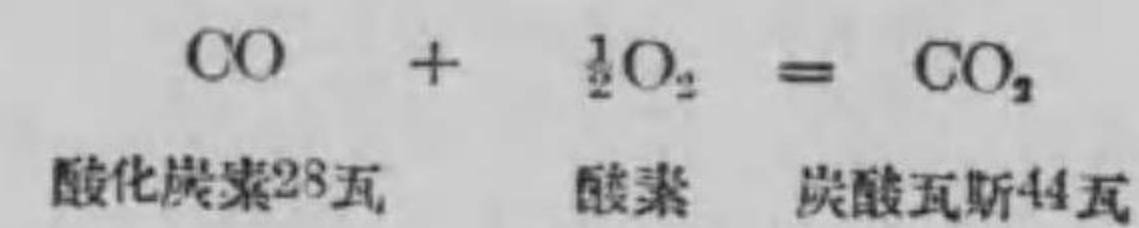
今木炭を燃焼して炭酸瓦斯を造るとききの反應を二段に分つを得

(1) 木炭を酸化して酸化炭素のみを生ずる反應

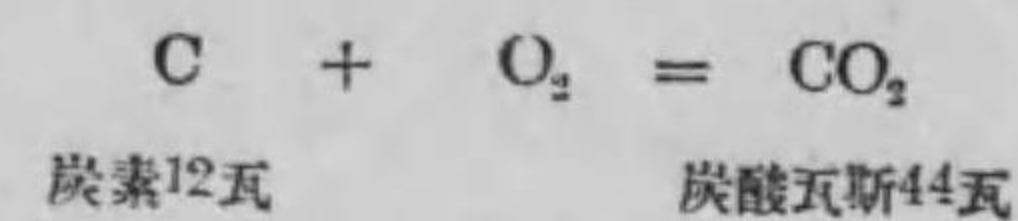


(2) 前にて得たる酸化炭素を充分に酸化して盡く炭酸

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

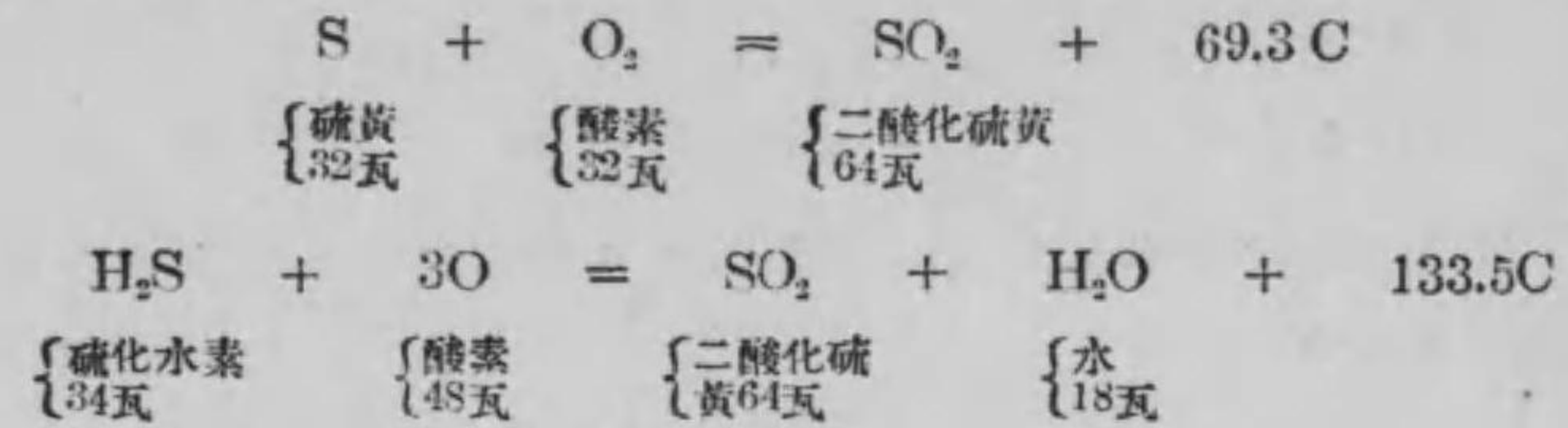
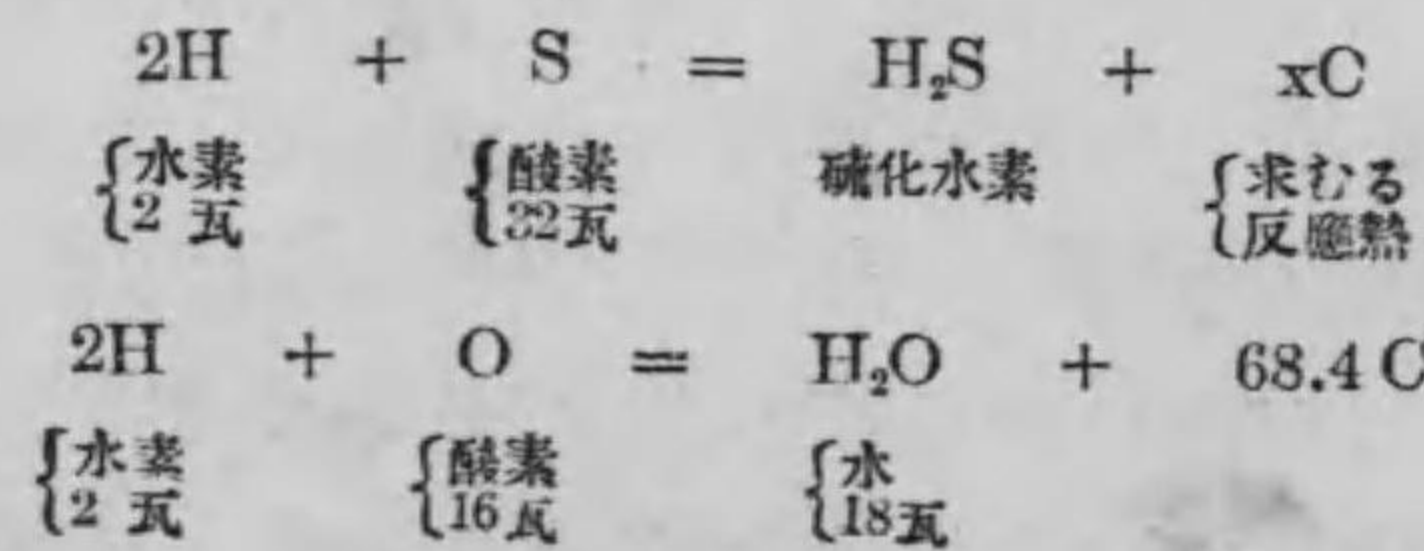
$$x + 68.3 = 97.7$$

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

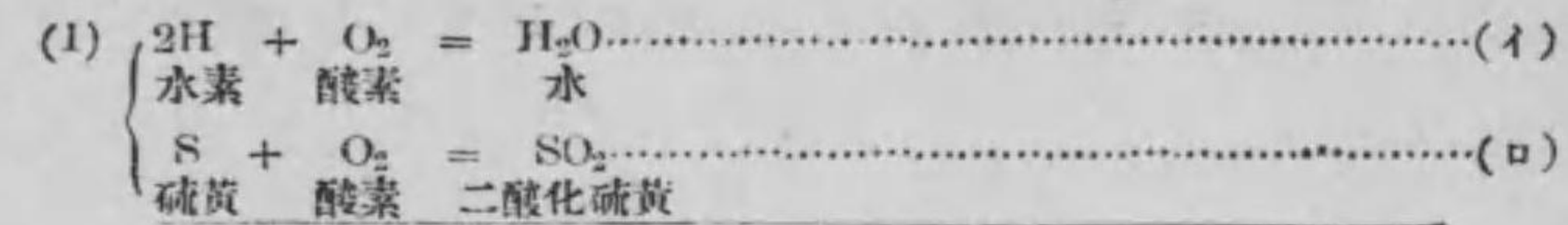
故に求むる熱量は29.4Cなり

問題

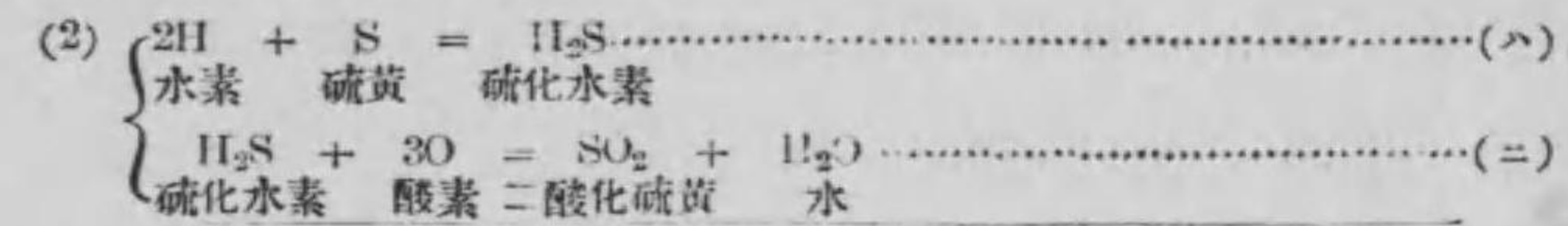
1. 水素と硫黄と化合して硫化水素を造るときにの反應熱を求む但し



(解) 水素、酸素、硫黄より二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)及び水(H<sub>2</sub>O)を造るに次の二方法あり



即ち 2H+S+3O=H<sub>2</sub>O+SO<sub>2</sub>



即ち 2H+S+3O=H<sub>2</sub>O+SO<sub>2</sub>

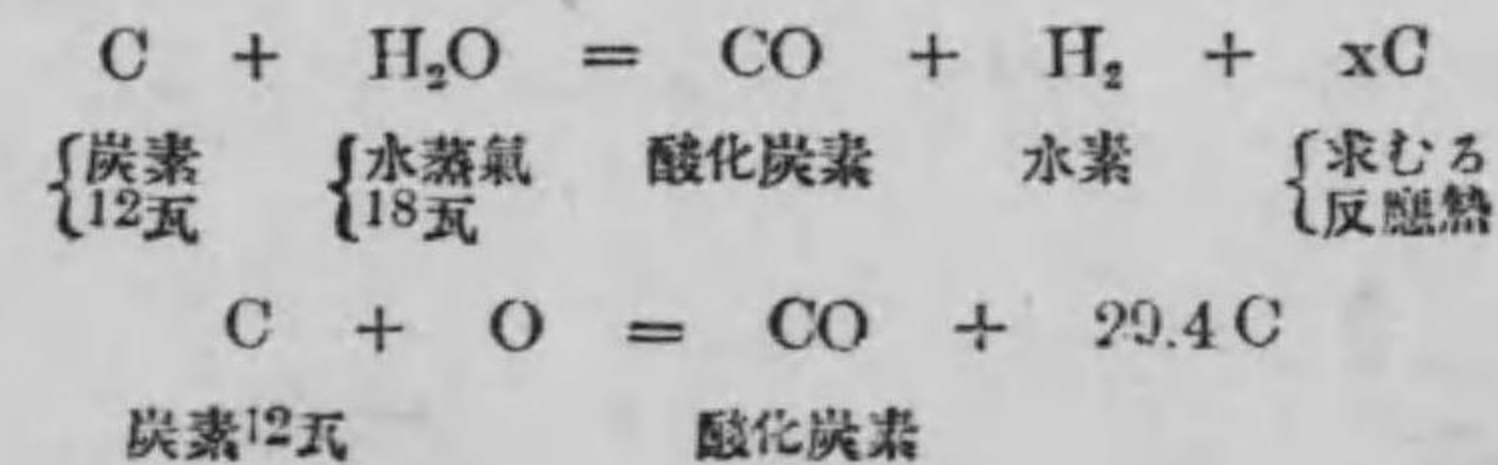
故に(イ)の反應熱(68.4C)と(ロ)の反應熱(69.3C)との和は(ハ)の反應熱(xC)と(ニ)の反應熱(133.5C)との和に等しきなり(總熱量不變の定律による)

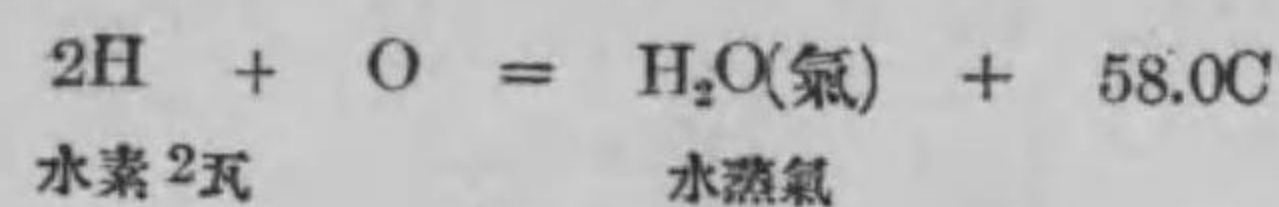
即ち 68.4+69.3=x+133.5

$$\therefore x = 68.4 + 69.3 - 133.5 = 4.2$$

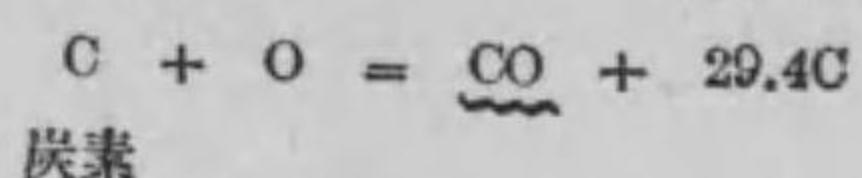
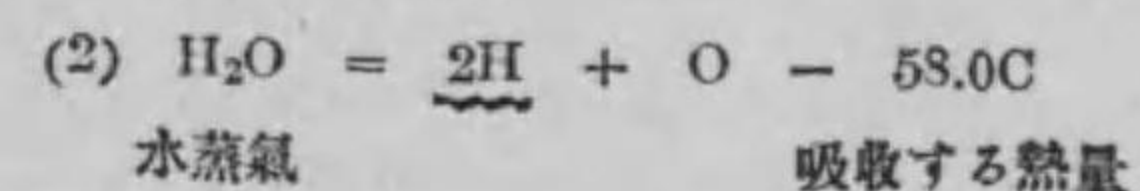
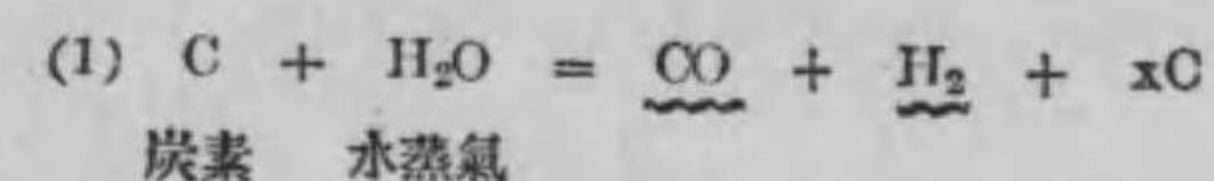
答 4.2 町カロリー

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 —

## 補 說

### 第一節 無機化合物命名法

1 二個の元素よりなる場合。無機化合物の命名 Nomenclature はその組成によるを常とす。而して非金属元素と金属元素との化合よりなる物質には非金属を先にし金属の名を後に附す。例へば酸素と鐵と化合せしものを酸化鐵と云ひ、鹽素と銅とよりなるものを鹽化銅と云ふが如し。

(a) 酸化物 Oxides 酸素(O)と化合せる物質を酸化物と云ふ次に數例を掲ぐ (表中他元素とあるは酸素と化合する元素を云ふ)

他元素	化學式	名 稱	他元素	化學式	名 稱
水素	H <sub>2</sub> O	酸化水素	亞鉛	ZnO	酸化亞鉛
窒素	NO	酸化窒素	水銀	HgO	酸化水銀
炭素	CO	酸化炭素	銅	CuO	酸化銅

同一元素にして二種以上の酸化物を造るときはその組成を示す數字を冠して相互を區別す。

磷	{	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 五酸化磷	窒素	{	N <sub>2</sub> O 一二酸化窒素
		P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 三酸化磷			NO 一酸化窒素

炭素	CO <sub>2</sub>	二酸化炭素	窒素	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	三酸化窒素
	CO	一酸化炭素		N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	四酸化窒素
硫黄	SO <sub>2</sub>	二酸化硫黄		NO <sub>2</sub>	二酸化窒素
	SO <sub>3</sub>	三酸化硫黄		N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	五酸化窒素

又た酸素の量多きものに「過」をその少きものに「亞」を冠することあり。

H <sub>2</sub> O	酸化水素	BaO	酸化バリウム	N <sub>2</sub> O	亞酸化窒素
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	過酸化水素	BaO <sub>2</sub>	過酸化バリウム	NO	酸化窒素
				NO <sub>2</sub>	過酸化窒素

酸性酸化物には對應せる酸の名稱に「無水」を冠す(第181頁参照)

化學式	名稱	對應せる酸	化學式	名稱	對應せる酸
CO <sub>2</sub>	無水炭酸	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 炭酸	SiO <sub>2</sub>	無水硅酸	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 硅酸
SO <sub>2</sub>	無水亞硫酸	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> 亞硫酸	N <sub>2</sub> O	無水次亞硝酸	HNO 次亞硝酸
SO <sub>3</sub>	無水硫酸	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 硫酸	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	無水亞硝酸	HNO <sub>2</sub> 亞硝酸
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	無水亞磷酸	H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> 亞磷酸	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	無水硝酸	HNO <sub>3</sub> 硝酸
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	無水磷酸	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 磷酸	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	無水亞砷酸	H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub> 亞砷酸

(b) 硫化物 Sulphides. 硫黄(S)との化合物を云ふ

他元素	化學式	名稱	他元素	化學式	名稱
水素	H <sub>2</sub> S	硫化水素	銅	CuS	硫化銅
炭素	CS <sub>2</sub>	硫化炭素	銀	Ag <sub>2</sub> S	硫化銀

(c) ハロゲン化物 鹽素(Cl)との化合物を鹽化物、臭素

(Br)との化合物を臭化物、沃素(I)との化合物を沃化物、弗素(F)との化合物を弗化物と云ふ。

他元素	化學式	名稱	他元素	化學式	名稱
水素	HCl	鹽化水素	水素	HBr	臭化水素
カリウム	KCl	鹽化カリウム	カリウム	KBr	臭化カリウム
鉛	PbCl <sub>2</sub>	鹽化鉛	マグネシウム	MgBr <sub>2</sub>	臭化マグネシウム
水素	HI	沃化水素	水素	HF	弗化水素
銀	AgI	沃化銀	カルシウム	CaF <sub>2</sub>	弗化カルシウム

同じ元素の鹽化物二種あるときは酸化物の場合の如くして區別す。

磷	PCl <sub>3</sub>	三鹽化磷	鐵	FeCl <sub>2</sub>	亞鹽化鐵
	PCl <sub>5</sub>	五鹽化磷		FeCl <sub>3</sub>	鹽化鐵

2. 基を有する場合。此のときは其の基の名稱を冠す。

(a) 水酸化物。水酸基(OH)を有するものを水酸化物と云ふ

化學式	名稱	化學式	名稱	化學式	名稱
NaOH	水酸化ナトリウム	Zn(OH) <sub>2</sub>	水酸化亜鉛	Ca(OH) <sub>2</sub>	水酸化カルシウム
KOH	水酸化カリウム	Pb(OH) <sub>2</sub>	水酸化鉛	Al(OH) <sub>3</sub>	水酸化アルミニウム

(b) シアン化物。シアン基(CN)を有するものをシアン化物と云ふ。

KCN シアン化カリウム AgCN シアン化銀



$Hg(CN)_2$  シアン化水銀  $Fe(CN)_3$  シアン化鐵

(e) 酸基を有する物質。その酸基の名稱を冠す。

(イ) 硫酸鹽。硫酸基( $SO_4$ )を有するもの

$H_2SO_4$  硫酸水素(此の水溶液を硫酸と云ふ)  $Na_2SO_4$  硫酸ナトリウム  $CaSO_4$  硫酸カルシウム  $PbSO_4$  硫酸鉛

$Al_2(SO_4)_3$  硫酸アルミニウム

(ロ) 硝酸鹽。硝酸基( $NO_3$ )を有するもの

$HNO_3$  硝酸水素(此の水溶液を硝酸と云ふ)  $KNO_3$  硝酸カリウム

$AgNO_3$  硝酸銀  $NaNO_3$  硝酸ナトリウム

$Ca(NO_3)_2$  硝酸カルシウム

(ハ) 炭酸鹽。炭酸基( $CO_3$ )を有するもの

$Na_2CO_3$  炭酸ナトリウム  $NaHCO_3$  炭酸ナトリウム水素

$CaCO_3$  炭酸カルシウム  $NaKCO_3$  {炭酸ナトリウム、カリウム}

(ニ) 磷酸鹽。磷酸基( $PO_4$ )を有するもの

$H_3PO_4$  磷酸水素(此の水溶液を磷酸と云ふ)  $K_3PO_4$  磷酸カリウム

$Ca_3(PO_4)_2$  磷酸カルシウム  $Na_2HPO_4$  磷酸水素二ナトリウム

(d) 酸式鹽及び鹽基式鹽。酸式又は鹽基式の名稱を冠す。

$KHSO_4$  {酸式硫酸カリウム (硫酸水素カリウム)}  $NaHCO_3$  {酸式炭酸ナトリウム (炭酸水素ナトリウム)}

$Hg(NO_3)OH$  {鹽基式硝酸水銀 (水酸化硝酸水銀)}  $ZnCl(OH)$  {鹽基式鹽化亞鉛 (水酸化鹽化亞鉛)}

(e) アンモニウム化合物。アンモニウム基( $NH_4$ )は金屬性の基なれば金屬の如くす

$NH_4Cl$  鹽化アンモニウム  $NH_4OH$  水酸化アンモニウム

$NH_4NO_3$  硝酸アンモニウム  $(NH_4)_2SO_4$  硫酸アンモニウム

3. 二種の金屬鹽の場合。二種の原子價を有する金屬は同じ元素(或は基)と化合して二系統の化合物を造る。その原子價の小なるを第一と云ひその大なるを第二と云ふ(第400頁を見よ)

{第一銅  $Cu^+$   $Cu_2O$  酸化第一銅  $Cu(OH)$  水酸化第一銅  
第二銅  $Cu^{++}$   $CuO$  酸化第二銅  $Cu(OH)_2$  水酸化第二銅}

{第一水銀  $Hg^+$   $HgCl$  鹽化第一水銀  $Hg_2SO_4$  硫酸第一水銀  
第二水銀  $Hg^{++}$   $HgCl_2$  鹽化第二水銀  $HgSO_4$  硫酸第二水銀}

{第一鐵  $Fe^{++}$   $FeO$  酸化第一鐵  $FeCl_2$  鹽化第一鐵  
第二鐵  $Fe^{+++}$   $Fe_2O_3$  酸化第二鐵  $FeCl_3$  鹽化第二鐵}

4. 酸の命名法。ある元素が酸素及び水素と化合して作る酸を呼ぶにはその元素の名を用ふるを常とす

$H_2CO_3$  炭酸 (炭素Cを有する酸にして炭素を燃やして炭酸瓦斯  $CO_2$  を造り水に溶かせば生ず即ち炭素より造らるる酸なり)

$H_2SO_4$  硫酸 (硫黄Sを有する酸にして硫黄より造らる即ち硫黄を燃やして二酸化硫黄  $SO_2$  を造り水に溶かせば生ず。)

$H_3PO_4$  磷酸 (磷Pを有する酸にして磷より造らる即ち磷を燃やして五酸化磷  $P_2O_5$  を造り水に作用せしめば生ず。)

但し窒素有する酸  $\text{HNO}_3$  は窒酸と云はずして硝酸と稱す之れ硝石  $\text{KNO}_3$  より造らるによる(第 289 頁を見よ)

$\text{HClO}_3$  なる酸は鹽素  $\text{Cl}$  を有するにより鹽酸と名づくべきも  $\text{HCl}$  (鹽化水素) の水に溶けたるを鹽酸と云ふを以て之と區別する爲め  $\text{HClO}_3$  を鹽素酸と稱す尤も此の酸の鹽を鹽素酸鹽又は鹽酸鹽と云ふ例へば此の酸の  $\text{H}$  を  $\text{K}$  にて置換せる鹽  $\text{KClO}_3$  を鹽素酸カリウム又は鹽酸加里と名く而して鹽化水素  $\text{HCl}$  の  $\text{H}$  を  $\text{K}$  にて置換せる鹽  $\text{KCl}$  を鹽化カリウム(又は鹽化加里)と稱す。

時に酸類を水素の化合物(即ち水素の鹽類)と見て次の名を與ふることあり。

$\text{H}_2\text{CO}_3$  炭酸水素  $\text{H}_2\text{SO}_4$  硫酸水素  $\text{H}_3\text{PO}_4$  磷酸水素  
 $\text{HNO}_3$  硝酸水素

此のときにはその水に溶解せしものを酸と云ふ即ち硫酸水素の水溶液を硫酸、硝酸水素の水溶液を硝酸、磷酸水素の水溶液を磷酸と云ふ。而して鹽化水素  $\text{HCl}$  の水溶液を鹽酸又は鹽化水素酸と名け臭化水素  $\text{HBr}$  の水溶液を臭化水素酸、沃化水素  $\text{HI}$  の水溶液を沃化水素酸と稱す。同じ元素よりなれる酸にして酸素の割合を異にするものあり之を區別するには最も重要なるものに通常の名を命じ之れより少量の酸素を含むものに亞を、更に少量の酸素を有するものに次亞を多量の酸素を有するものに過を冠す。

$\text{H}_2\text{SO}_4$ 硫酸	$\text{HNO}_3$ 硝酸	$\text{H}_3\text{PO}_4$ 磷酸	$\text{HClO}_3$ 鹽素酸
$\text{H}_2\text{SO}_3$ 亞硫酸	$\text{HNO}_2$ 亞硝酸	$\text{H}_3\text{PO}_3$ 亞磷酸	$\text{HClO}_2$ 過鹽素酸
$\text{H}_2\text{SO}_2$ 次亞硫酸	$\text{HNO}$ 次亞硝酸	$\text{H}_3\text{PO}_2$ 次亞磷酸	

## 問 題

1 下の各分子式に該當する化合物の名稱を記せ

(a)  $\text{H}_2\text{S}$  (b)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (c)  $\text{KClO}_3$  (d)  $\text{NaHCO}_3$  (e)  $\text{AgNO}_3$   
 (f)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (g)  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  (h)  $\text{SiO}_2$  (i)  $\text{HgCl}_2$  (j)  $\text{KI}$

(明治三十四年高等學校)

(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) 次亞鹽素酸カルシウム (h) 二酸化硅素(無水硅酸)

(i) 鹽化第二水銀(昇汞) (j) 沃化カリウム

2 銅、錫、鐵の各酸化物の名稱記號を記せ

(明治三十四年東京高等工業學校)

(解) 銅—— $\text{Cu}_2\text{O}$  (酸化第一銅)  $\text{CuO}$  (酸化第二銅)

錫—— $\text{SnO}$  (酸化第一錫)  $\text{SnO}_2$  (酸化第二錫)

鐵—— $\text{FeO}$  (酸化第一鐵),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (酸化第二鐵),  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (四三酸化鐵)

3 次の各化學式を作り其性質効用を記せ

(三十五年陸軍士官候補生)

(イ) 鹽化ソヂウム (ロ) 硝酸 (ハ) 結晶炭酸ソヂウム

(ニ) 硫酸 (ホ) 酸化アルミニウム

(解) (イ)  $\text{NaCl}$  345頁 (ロ)  $\text{HNO}_3$  288頁 (ハ)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  353頁

(ニ)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  249頁 (ホ)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  575頁

4. 次の化合物の分子式を記せ(三十六年東京農科大学資料)

- (イ)硝石 (ロ)沃度加里 (ハ)五酸化燐 (=)チオ硫酸  
 (ホ)炭酸石灰 (ヘ)硫酸銅 (ト)亞酸化鐵 (チ)硝酸銀  
 (リ)過マンガン酸加里

(解)(イ)KNO<sub>3</sub> (ロ)KI (ハ)P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (=)H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ホ)CaCO<sub>3</sub> (ヘ)CuSO<sub>4</sub>  
 (ト)FeO (チ)AgNO<sub>3</sub> (リ)KMnO<sub>4</sub>

5 次の式によりて表はさるる物質の名稱を記せ

(三十七年東京高等工業學校)

- (イ)H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ロ)H<sub>2</sub>C<sub>2</sub> (ハ)HNO<sub>2</sub> (=)Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O  
 (ホ)K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

(解)(イ)過酸化水素 (ロ)アセチレン (ハ)亞硝酸  
 (=)結晶磷酸二ナトリウム水素 (ホ)重クロム酸カリウム

6 硫黄及窒素の酸素化合物及水酸二素との化合物の名稱及符號を記せ(三十八年仙臺醫學專門學校)

硫 黄		窒 素	
二酸化硫黄	SO <sub>2</sub>	一酸化窒素	N <sub>2</sub> O
三酸化硫黄	SO <sub>3</sub>	酸化窒素	NO
亞硫酸	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	三酸化窒素	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
硫酸	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	二酸化窒素	NO <sub>2</sub>
チオ硫酸	H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	四酸化窒素	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
		五酸化窒素	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

7 次の物質の化學上の名稱及分子式を記せ

(三十九年水産講習所)

- (イ)食鹽 (ロ)瀉利鹽 (ハ)皓礬 (=)膽礬 (ホ)鉛丹

(ヘ)朱

(解)(イ)鹽化ナトリウム NaCl (ロ)七含水、硫酸マグネシウム MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O  
 (ハ)七含水、硫酸亞鉛 ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (=)五含水、硫酸銅 CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O  
 (ホ)四三酸化鉛 Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (ヘ)硫酸第二水銀 H<sub>2</sub>S

8 次の式にて表はさるる物體の名稱を記せ

(四十年東京商船學校)

- (イ)OH<sub>2</sub> (ロ)ClNa (ハ)SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub> (=)(CO<sub>3</sub>H)<sub>2</sub>Ca

(解)(イ)水 (ロ)鹽化ナトリウム(食鹽) (ハ)硫酸 (=)炭酸水素カルシウム

9 次の化合物の分子式を記せ

(四十一年熊本高等工業學校)

- (イ)苛性ソーダ即水酸化ナトリウム (ロ)礪砂  
 (ハ)硝酸銀 (=)硫酸亞鉛

(解)(イ)NaOH (ロ)Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> (ハ)AgNO<sub>3</sub> (=)ZnSO<sub>4</sub>

10 次の物質の化學名及分子式を問ふ

(四十二年長崎高等商業學校)

- (イ)昇汞 (ロ)礪砂 (ハ)芒硝 (=)石膏 (ホ)赤血鹽

(解)(イ)鹽化第二水銀 HgCl<sub>2</sub> (ロ)鹽化アンモニウム NH<sub>4</sub>Cl (ハ)十含水、硫酸ナトリウム Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O (=)二含水硫酸カルシウム CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O (ホ)フェリチアン化カリウム Fe(CN)<sub>6</sub>K<sub>3</sub>

## 第二節 稀有元素 Rare elements

5 稀有元素。稀有元素は頗る多數にして何れもそ

の存在する量甚だ僅かなりその中實用に供せらるるものもあるも多くは學術上有益たるに止まる次にその主要なるものを記述せん

6 **アルゴン族**。之に屬する元素はヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノンの五種なり何れも空氣中に存在する氣體なるもその量少なく特にアルゴンの外に四元素は甚だ微量なり次に空氣 1000 cc. 中に存在する容積(大略)を掲ぐ

アルゴン 9.37 c.c.    ネオン 0.01 c.c.    ヘリウム 0.001 c.c.  
クリプトン 0.001 c.c.    キセノン 0.00005 c.c.

此等五種の元素は單體としてのみ存在し化合物を造らず

(1) **アルゴン Argon** (不活動 Inactive を意味す)既に6頁に於て述べたり。

(2) **ヘリウム Helium** 太陽中に存在するを以て此の名あり (Helium は太陽 Sun を意味す)又た地球上には空氣中に微量存在するのみならずクレバイト Cleveite 等の稀有礦物の中にウラン金屬と共にあり之を熱すればヘリウムの一部を放散す。又たある礦泉中にアルゴンと共に溶けて居ると云ふ。無色の氣體にして水素に對する比重は 1.98 (即ち空氣に對する比重は  $\frac{1.98}{14.43} = 0.14$ ) ならば水素に次で輕きものなり。

(3) **ネオン Neon** (新物 New One の意)、**クリプトン Krypton** (隠れたる物 Hidden one の意) **キセノン Xenon** (見慣れぬ物 Stranger

の意)

此の三氣體は空氣中より採り出すを得之を説くに先ち空氣の液化に就て述ぶるを要す)

空氣を液化するには冷却せる空氣を強く壓搾したる後膨脹せしめよ(即ち 200 氣壓にて壓搾したる冷却空氣を急に 20 氣壓の下に放散して膨脹せしむ(然らば淡青色の液體とすして得らる。)

此の液體空氣を沸騰するときは最初にその窒素を氣化し次で酸素を氣化せしむ是れ液體窒素の沸點は攝氏零度以下 194 度即ち絶對溫度 79 度(273-194=79)にして液體酸素の沸點攝氏零度以下 181.5 度即ち絶對溫度 91.5 度(273-181.5=91.5)より低くければなり。

之を以て空氣を液化せしめ窒素を除去して酸素を採取するを得べし。現今此の方法によりて空氣中より酸素を取りて強壓(150 氣壓)の下にて鐵管中に入れ賣買し居れり。

空氣を液化するに際し其の一部分液化せずに残留す之れ重に窒素なるもヘリウム及びネオンをも含む何となれば窒素は絶對溫度 79 度の低温にて液化すべきもネオンは尙ほ低き溫度(絶對溫度 41 度)にあらざれば液化せずヘリウムは一層低き溫度(絶對溫度 6 度)にて初めて液化するが故なり。依て此の殘留氣體を強熱のマグネシウムの上を通じて窒素を窒素化マグネシウム(第7頁)に變ぜしめて除けばヘリウムとネオンとの混合氣體を得。之を沸騰し居る水素(水素の沸騰點は絶對溫度 2 度)にて冷却するときはネオンのみ液化せらるる故にネオンを採取するを得べし。

次に多量の液體空氣を徐々に蒸發せしめ沸點の最も低き窒素を氣化し次で酸素を放散し跡にクリプトン(沸點絶對溫度 121°)及びキセノン(沸點絶對溫度 164°)の混合液體を残留す依て低壓の下に

て分離を適当に行ひてクリプトンとキセノンとを分別するを得べし。

水素に対する比重ネオンは 9.96 にしてクリプトンは 41.5, キセノンは 65.35 なり即ち後の二者は重き氣體にして特にキセノンは空氣に対する比重 4.5 に達す。

(アルゴンの沸點は絶對溫度 87 にして窒素と酸素との中間なり。アルゴンの水素に対する比重は 19.96 也す)

### 7. 硫黄族。之に屬する稀有元素はセレン Selenium 及びテルル Tellurium の二者なり。

セレンは地球上廣く分布せらるる元素なれども甚だ少量なり、屢ば黄鐵礦又は鑛泉中に存在す、故に硫酸を製する鉛室内に生ずる鉛室泥の中にはセレンを含む依て之れよりセレンを製す。セレンは赤褐色の固體にして無定形と結晶形とありその他の性質及び化合物の組成や性質は硫黄に類する點多し。

テルルは單體又は蒼鉛、金、銀と化合して天然に産出す。テルルは黒色の粉末と銀白色にして金屬光澤を有するものとの二種あり。後者は熱及び電氣の良導體にして其の性質金屬に類す然れども此の化合物の硫黄の化合物に類似し非金屬の性質を有す即ちテルルは金屬と非金屬との中間にある元素なり。

### 8. アルカリ族 之に屬するものはリチウム Lithium ルビヂウム Rubidium, セシウム Caesium なり。

リチウムは紅雲母(リチウム雲母とも稱す)等の鑛物及び多くの鑛泉中に存在するも甚だ少量なり、その他煙草の灰中、土中にも微量含まるると云ふ、即ち廣く散布せる元素なり。リチウム體は單體

白色の軟き金屬にして濕りたる空氣中に於ては直に曇を生ず比重(水に対する)は僅かに 0.59 にして最も輕き固體なり(即ちリチウムは石油中に浮ぶべし)熔點はナトリウム、カリウムより餘程高くして攝氏 180 度なれば之を水に投するときは元素を發生すも雖も發生する熱量はリチウムを熔點せず。その化合物の性質はナトリウムに類似し又たカルシウムにも類する處あり。

ルビヂウム及びセシウムは廣く分布せる元素なれども産出する量甚だ僅小なり。鑛泉及び岩石中カリウム鹽の存する所あり。此等の元素は西曆 1860 年ブンゼン Bunsen 等によりてスペクトル分析にて發見せられたるものにして其のスペクトルの重要な線より命名せられたり即ちルビヂウムは暗赤色、セシウムは空青色を意味す。何れも水より重き銀白色の金屬にしてその性質はカリウムに類似す。

### 9 土族。之に屬するものはチタン Titanium セリウム Cerium トリウム Thorium タンタル Tantalum 等なり。

チタンの化合物は自然界に廣く分布せらるれどもその量微小なり。即ち各種の砂、粘土、花崗岩 granitic rocks はチタンの 0.5% 程を含有し多くの鑛泉、多くの植物、動物の骨、太陽の大氣中にも存在し居れりと云ふ。主要の鑛物は金紅石 Rutile (正方晶系の結晶、比重 4.3)、銳錐鑛 Anatase (正方晶系の結晶、比重 3.9)、板チタン Brookite (斜方晶系の結晶、比重 4.0)にして何れも二酸化チタン  $TiO_2$  なり此の如く組成同じきも結晶形及び比重等を異にするものを多形 Polymorphism と云ふ、即ち二酸化チタンは多形の好例なり而して此等の二酸化チタンは二酸化錫と同形體(第 380 頁参照)なればチタンは錫に類似する元素とす。チタン單體は白色にして堅く甚だ熔點し

雖し比重は 4.87 なりチタンの微量(0.2 乃至 0.05%)を鋼に混すれば鋼の品質を良好にすと云ふ。

セリウムは重にセライト Cerite 中に含まれ此の鑽石 100 分中 60 分のセリウムを有するこゝあり、二酸化セリウム  $\text{CeO}_2$ (セリア Ceria)は石炭瓦斯用の白熱マントルを造る際酸化トリウムに少量混じて使用せらる。

トリウムは種々の礦物(トーライト Thorite, 橙黃石 Orangite 等)中に含有す。此の化合物中硝酸トリウム  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$  最も必要にして石炭瓦斯用の白熱マントルの製造に用ひらる、硝酸トリウムの水溶液に少量の硝酸セリウムの溶液を混じたるものを織物に吸収せしめて焼けば酸化トリウム  $\text{ThO}_2$ (トリア Thoria)とセリア( $\text{CeO}_2$ )との混合物を残留す之を熱すれば強き白光を放つべし(第 312 頁参照)マンタルはマンタライト Tantalite ( $\text{Fe}(\text{TaO}_3)_2$ )中に存在す、此の金屬は攝氏 2300°許にて熔融し此の細線(Filament)は白熱電燈に使用せらるマンタル電燈之れなり。

比重——セリウム 6.7 トリウム 11 マンタル 10 まで。

10 鐵族。之に屬するものはモリブデン Molybdenum  
ヲルフラム Wolframium (タングステン Tungsten) ウラン  
Uranium なり。

モリブデンは硫水鉛礦 Molybdenite ( $\text{MoS}_2$ )等の中に含まる。此の金屬は少量(10%程)鋼に混すればその品質を良好にしタングステン鋼よりも優れる點ありと云ふ。又モリブデンは陶器等に青色を付與するに用ひらる。モリブデン酸アンモニウム  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  の硝酸溶液は硝酸の檢出に賞用せらる。モリブデンは多種の酸化物、鹽化物を造る即ち  $\text{MoO}$ ,  $\text{Mo}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_2$ ,  $\text{Mo}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Mo}_2\text{O}_7$  等,  $\text{MoCl}_2$ ,  $\text{MoCl}_3$ ,

$\text{MoCl}_4$ ,  $\text{MoCl}_5$ ,  $\text{MoCl}_6$  故にモリブデンの原子價は二乃至六なるが如しヲルフラム(タングステン)は重石 scheelite  $\text{CaWO}_4$  ヲルフラム鐵礦 wolframite  $\text{FeWO}_4$   $\text{MnWO}_4$  等の中に存在す。鋼鐵様の金屬にして光澤に富み硬くして熔融し難し(融點約 3100°C), 此の少量を鋼に混すれば非常に硬くなる之をヲルフラム鋼(又はタングステン鋼)と云ひ兵器の製作に大に使用せらる、又此の金屬の細線は近來盛に電燈に用ひらるタングステン電球之れなり。此の他タングステン化合物は媒染劑(タングステン酸ナトリウム), 白色顔料(タングステン酸鉛), 黄色顔料(三酸化タングステン)等の用途あり。タングステンもモリブデンの如く多くの原子價を有しその化合物は多様なり即ち二價乃至六價に作用し  $\text{WCl}_2$ ,  $\text{WCl}_4$ ,  $\text{WCl}_5$ ,  $\text{WCl}_6$  の鹽化物あり。

ウランは既知の諸元素中最大の原子量を有す( $U=238.5$ )。ピッチブレンド Pitchblende ( $\text{U}_3\text{O}_8$ )として産出す。灰白色の硬き金屬にして空氣中にありては錆びて黄色となる、此の化合物は硝子に溶かし入るれば美麗なる黄綠色の螢光を放つ所謂ウラニウム硝子之れなり。ウラン化合物は大抵ラヂウム Radium の微量を混じ居るが爲め特殊の放射性を有す之に就ては物理學を見よ。ウランは三乃至六の原子價を有し多様の化合物を生ずることモリブデンに類似す。

比重；モリブデンは 9.01 タングステンは 19.13 ウランは 18.7 なり。

11. 貴金屬。之に屬するものはイリヂウム Iridium オ  
スミウム Osmium パラヂウム Palladium 等なり。

何れも白金に混じて産出するもその量微小なり。

イリヂウムは白金に類似すれども比重白金(21.45)より大にして

22.38なり又た白金よりも硬し、純粋なるものは王水に溶けざるも白金との合金は王水に溶解す。白金にイリジウムを加へたるものは純白金よりは諸化学作用に對する抵抗を強くす故に此の合金は白金坩堝、白金蒸發皿及び硫酸を濃厚にする白金のレットト(第252頁)等の製作に使用せられ又た尺度(米)及び質量(冠)の原器の製造にも用ひらる。

オスミウムは鐵灰色の金屬にしてイリジウムより重く比重22.47最も重き物質なり。又た甚だ熔融し難し(融點2300°C)電燈の製作に使用せらるオスミウム電球之れなり。

パラジウムは銀白色の金屬にして白金よりも熔融し易し(白金の融點は1753°C, パラジウムの融點は1549°C)比重は小にして11.9なり。粉末状のものは沸騰せる濃鹽酸、硝酸及び硫酸に溶解す。此の金屬は水素を多量に吸収する特性を有す即ち新に強熱せられたるパラジウムは常溫に於て其の體積の370倍(約)赤熱に於て900倍許の水素を吸収す。粉末の状態に於ける各金屬の一容によりて吸収せらるる水素の容積を次に掲ぐ

パラジウム黒 502.4 海綿状白金 49.3 金 36.3 鐵 19.2  
ニッケル 17.6 銅 4.5 アルミニウム 2.7 鉛 0.15

硫酸にて酸性にせる水を電解する際(20頁)にパラジウムを陰極に使用するとき陽極(白金を用ふ)よりは酸素を出だすも陰極よりは少しも氣體を出さず即ち水素は悉くパラジウムに吸収せらるるによる此のときパラジウムはその光澤を失ふことなし而して之を真空中にて熱するときは其の吸収せる水素の全部を放散す水素を吸収したるパラジウムは強き還元剤にして之を鹽化第二鐵の水溶液中に入れば鹽化第一鐵に還元せしむべし。

### 第三節 空氣窒素の利用

#### 12. 空氣窒素の固定 (Fixation of Atmospheric Nitrogen)

空氣中の窒素を原料として窒素化合物を製造するを空氣窒素の固定(又は捕獲法)と云ふ現今工業上に採用せられ居るものは次の二種なり。

(1) 空氣中の窒素を酸化物に變じ之れより硝酸及び硝酸鹽を製す。

(2) 空氣中の窒素を炭化カルシウムに吸収せしめて石灰窒素を造る又た之れより硫酸アンモニウムを製す。

此の他空氣中の窒素を原料としてアンモニアを製する方法あり近き將來に於て工業的に實行せられん。

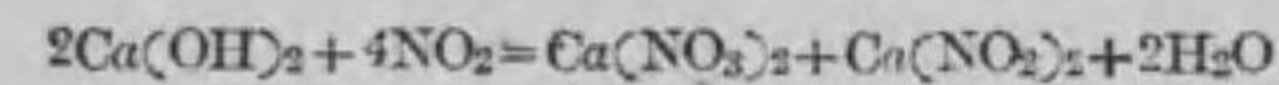
13. 空氣より硝酸及び硝酸鹽の製造。此の方法にありては第一に空氣より酸化窒素 NO を造り第二に之を過酸化窒素 NO<sub>2</sub> に變じ第三に過酸化窒素より硝酸及び硝酸カルシウムを製す

第一。 空氣中に電氣の火花を通じて高溫度に熱すれば空氣中の窒素と酸素とが一部分化合して酸化窒素を生ず  $N_2 + O_2 = 2NO$

第二。 酸化窒素を含む空氣を冷やせば酸化窒素は空氣に残留せる酸素と化合して過酸化窒素に變ず  $2NO + O_2 = 2NO_2$

第三。 過酸化窒素を水に吸収せしめば硝酸 HNO<sub>3</sub> 及び亞硝酸 HNO<sub>2</sub> を生ず  $2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$

又た過酸化窒素を石灰乳  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  に吸収せしめば硝酸カルシウム  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  及び亜硝酸カルシウム  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  を生ず之は肥料に供す。



14. 空気中の窒素より石灰窒素の製造。此の方法にありては第一に空気中より窒素を分別す。第二に此の窒素を炭化カルシウムに吸収せしめて石灰窒素を製す。

第一。 空気中より窒素を分別するには熱したる銅の上に空気を通ずるにあり然らば空気中の酸素は銅と化合して酸化銅  $\text{CuO}$  となり窒素を分離す  $\text{Cu} + \text{O} = \text{CuO}$  又た空気を液化せしめて窒素を分別するを得べし(第705頁参照)

第二。 生石灰(酸化カルシウム  $\text{CaO}$ )にコークス又は無煙炭を混じて電気爐内にて強熱すれば  $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$  の變化を起して炭化カルシウム  $\text{CaC}_2$  酸化炭素とを生ず此の炭化カルシウム Calcium Carbide は炭化石灰又はカーバイトとも稱せらるる灰色の固体なり。(全く純なるは無色透明なりと云ふ。第485頁参照)次に炭化カルシウムを熱して窒素を通ずるときは之を吸収してカルシウム・チアンアミド Calcium cyanamide  $\text{CaCN}_2$  と炭素との混合物を得  $\text{CaC}_2 + \text{N}_2 = \text{CaCN}_2 + \text{C}$  之を石灰窒素 Kalkstickstoff と稱す之は炭素を混するが故に黑色の粉末なり(我邦熊本縣下に此の製造場あり)。之を水蒸氣に作用せしめば  $\text{CaCN}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_3$  の變化を起してアンモニアを生ず此の變化は水中に於て徐々に起るも高壓の下にて水と共に熱すれば速に起り其の窒素の全量がアンモニアに變ず故に此の石灰窒素は窒素肥料に使用せらる又た之よりアンモニアを造りて硫酸に吸収せしめ硫酸アンモニウムとして肥

料となすも可なり。

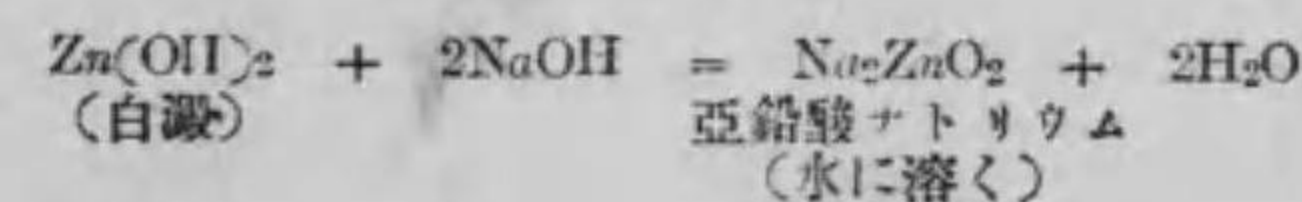
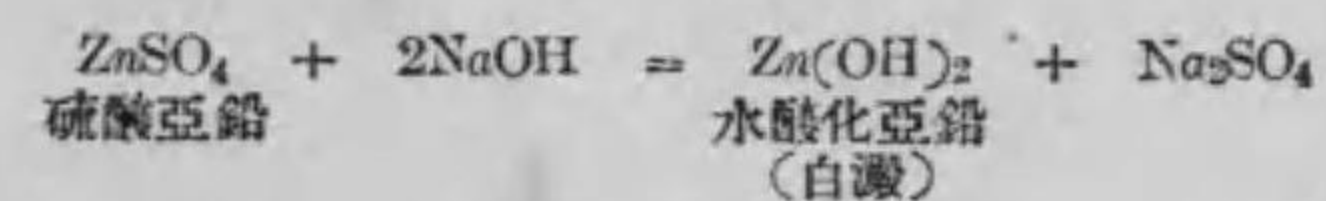
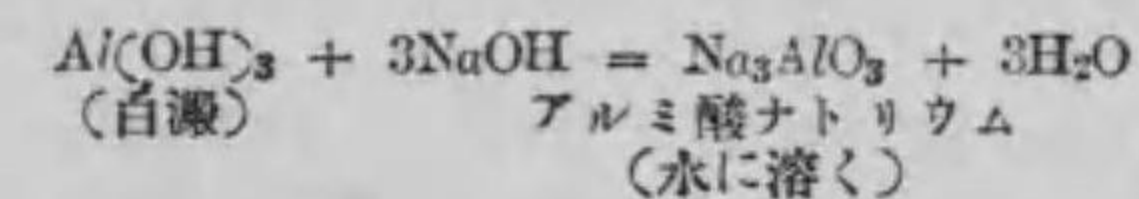
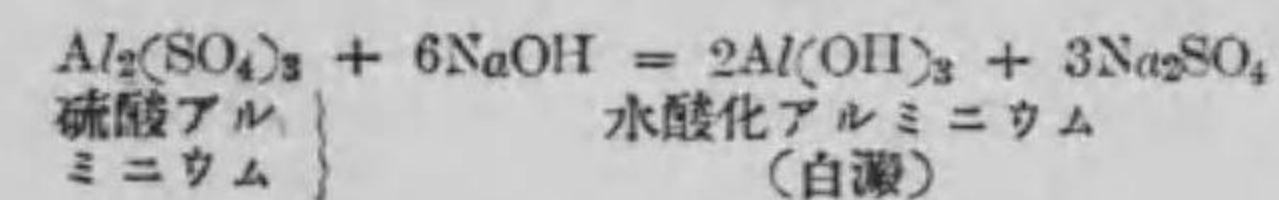
附言。 空気中の窒素を原料としてアンモニアを製することは未だ工業的に實行せられざれども近き將來に於て實現すべし。前述の如く空気中より窒素を分別し之に水素を混じて高壓の下にてワランを觸媒とせば化合してアンモニアを生ず  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$  之に用ふる水素は食鹽より電解法にて苛性曹達を製するとき飛散する水素を取れば可なり。(第388頁を見よ)

## 雜 題

I 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

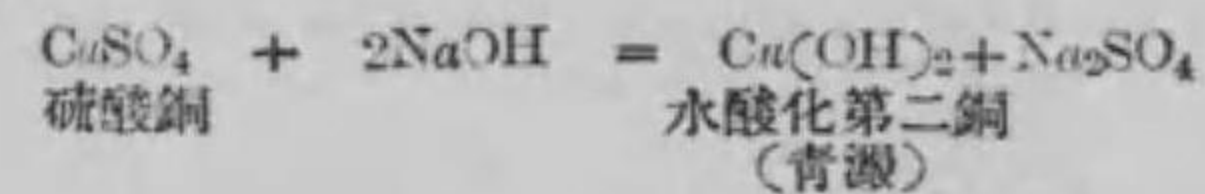
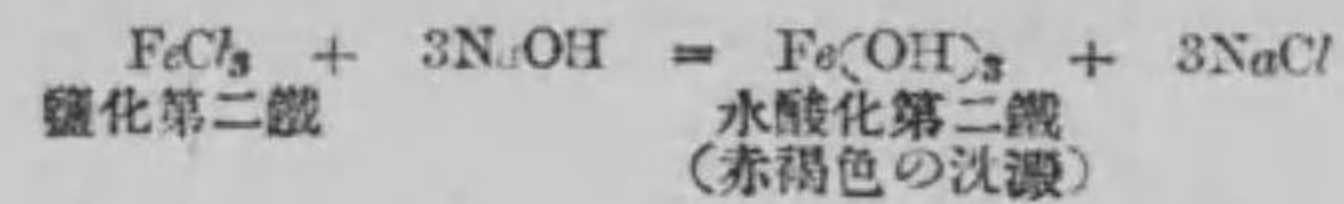
(明治三十四年高等學校)

(解)(イ)アルミニウム、亜鉛、錫の鹽類の水溶液に苛性曹達の水溶液を加ふれば先づ各金属の水酸化物を沈澱するも更に多量の苛性曹達液を加ふるときは其の沈澱は溶解す

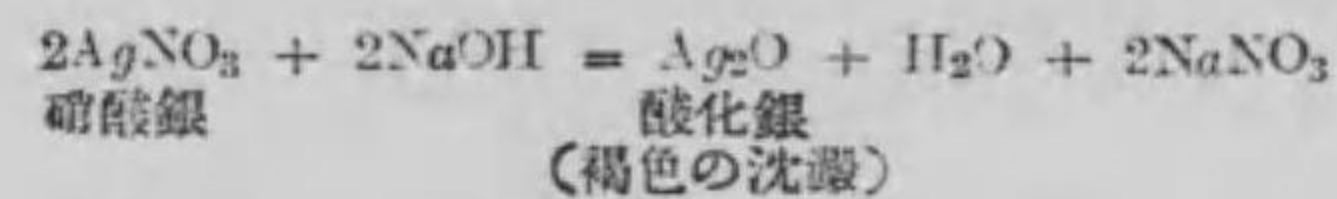
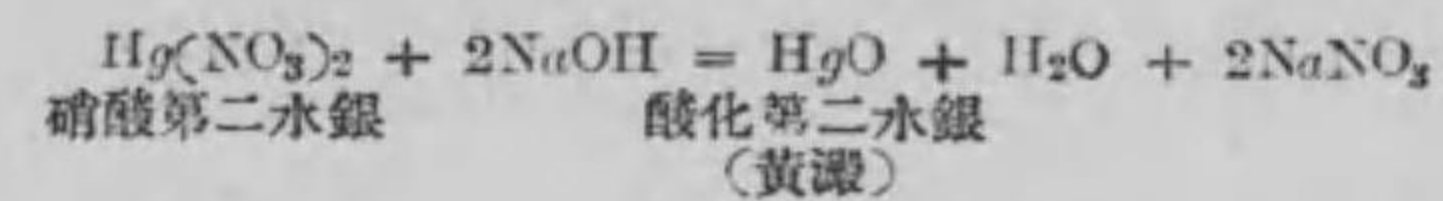


(ロ) 鐵、銅の鹽類の水溶液に苛性曹達液を加ふるときは各金属の水酸化物を沈澱す此の沈澱は多量の苛性曹達液に溶解せず





(ハ) 水銀銀の鹽類の水溶液に苛性曹達液を加ふるときは各金屬の酸化物を沈澱す



2. 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かや化學方程式を以て説明せよ

(三十四年高等學校)

(解) 金は硝酸に作用せられず銀は427頁、硫黄は291頁

3. 空氣は酸素並に窒素より成るものとし之れより窒素を得る方を記せ(第2頁) (三十四年東京高等商業學校)

4. 空氣中に (イ)鹽化カルシウム (ロ)苛性加里 (ハ)鐵

(ニ)結晶炭酸曹達を放置せば如何なる變化を生ずるかや

(三十四年東京高等工等學校)

(解)(イ)潮解す (ロ)潮解す (ハ)錆 (水酸化第二鐵と酸化第二鐵よりなる)を生ず (ニ)表面風化す

5. 炭酸カルシウムは如何なる鑛石となりて天然に産出するか

(三十四年東京高等商業學校)

(解) 366頁

6. 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か (a)食鹽 (b)硝酸銀 (c)炭酸加里(三十四年東京高商)

(解)(a)鹽化ナトリウムの結晶を析出す

(b)  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{HNO}_3 + \text{AgCl}$  鹽化銀の白澱を生ず

(c)  $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  炭酸瓦斯を發出す  
鹽化加里

7. 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

(三十四年東京高等師範學校)

(イ)リトマス試験紙に対する反應

(ロ)亞鉛に注ぐとき何を生ずるかや

(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とを生ず



苛性ソーダ液を亞鉛に注ぐときは水素と亞鉛酸ナトリウムの水溶液とを生ず



(ハ)鹽酸中には水素イオン及鹽素イオン

苛性ソーダ液中にはナトリウムイオン及水酸イオン

(ニ)  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

8. 次の金屬を空氣中に強熱するとき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 (三十四年海軍機關學校)

(解)(イ)燦然たる光を放て燃へ酸化マグネシウムを生ず  $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$  (ロ)蒸氣に化す (ハ)1800°以下にては變化せずそれ以上にては融解して液體となる

9. 硝酸銀より銀を得る方法如何 (同上)

(解) その水溶液に銅板を浸すべし  $2AgNO_3 + Cu = 2Ag + Cu(NO_3)_2$

10. 黄鐵礦中の硫黄及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)(三十五年東京高等商業)

(解) 黄鐵礦中の硫黄は硫酸及び硫酸鐵の製造に利用せられ、食鹽中のナトリウムは苛性ソーダ及び炭酸ソーダの製造に利用せらる。

11. 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如何 (三十五年高等工業)

(解) 木片の餘燼を挿入するまき直に點火するものは酸素なり石灰水を注げば白濁し蠟燭の燭を挿入すれば直ちに消ゆるは炭酸瓦斯なり。石灰水を注ぎて白濁せず蠟燭の燭を挿入すれば直に消ゆるは窒素なり。

12. 酸化剤及び還元剤とは何ぞ一の例を擧げて之を説明せよ (三十五年同上)

(解) 鹽素水及び硝酸の如き他物を酸化するもの酸化剤と云ふ(76頁236頁290頁)。水素及び炭素の如く化合物より酸素を除去する用をなすものを還元剤と云ふ(309頁368頁)。

13. 食鹽の水溶液に電流を通ずれば如何なる變化ありや(同上)

(解) 電解作用起り陽極に鹽素を出だし陰極にナトリウムを析出す然れども此のナトリウムは直に水に作用して水素と苛性ソーダとを生ずるを以て陰極には水素を發生すべし。

14. オゾンと酸素との區別如何 (三十五年大阪高等工業)

(解) 酸素は無臭なるもオゾンは特臭を有す。水素に對する比重は酸素は16にしてオゾンは24なり即ちオゾンは酸素より一倍中重し。オゾンは酸素より化學作用強烈なり228頁を参照せよ

15. 銅を黄鐵礦より製出するときに起る化學的變化の大意を述べよ(721頁) (三十五年陸軍士官候補生)

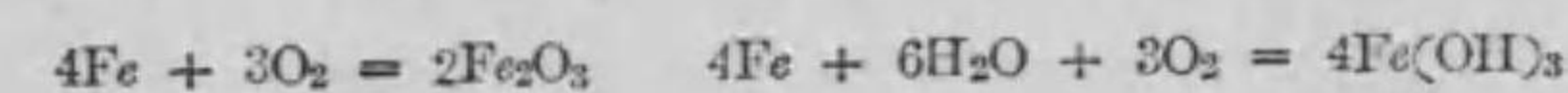
16. 熱、電火及び衝擊によりて促進せらるる化合の各一例を擧げよ。 (三十五年海軍機關學校)

(解) 熱の場合は燐の酸化して五酸化燐を生ずるとき  
電火の場合は窒素の酸化して酸化窒素を生ずるとき  
鹽酸加里と硫黄との混合物に衝擊を與ふるときは鹽酸加里が分解して酸素を出し直に硫黄を酸化して燃焼せしむ。

17. 鹽素は水の現存するまきに於て漂白劑として作用すまいふ其の何故なるかを説明すべし(76頁) (同上校)

18. 鐵の赤錆は如何なる化合物なるや又如何にして出来るや其反應を示せ (三十五年東京商船學校)

(解) 酸化第二鐵  $Fe_2O_3$  と水酸化第二鐵  $Fe(OH)_3$  とよりなる、濕りたる空氣中に鐵を放置すれば次第に生ずその反應は



19. メタンに於ける一原子の水素を水酸基にて置換せる化合物并にメチル基を以て置換せる化合物の名稱

(三十五年千葉醫學專門)

(解) 前者はメチルアルコール(木精  $CH_3OH$ )  
後者はエタン ( $CH_3 \cdot CH_3$ )

20. 鐵は如何なる礦物より如何なる手續をへて製造するかその大要をあげよ(391頁乃至397頁) (三十六年專門學校檢定)

21. 石炭乾溜の際生ずる主要のものをあげ且その生成物各々の應用を記せ(311頁) (同上檢定)

22. 亞硫酸の漂白作用と漂白粉の漂白作用とは如何なる點に

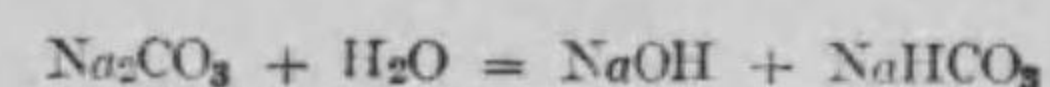
於て異なるか(217頁76頁) (三十六年東京高等工業)

23. 酸と鹽基とが互に中和するときは如何なる物體を生ずるや鹽酸と苛性曹達との場合を化學方程式にて顯せ (同上校)

(解) 201頁203頁

24. 炭酸曹達に洗滌の効用あるは何故ぞ(同年神戸高等商業)

(解) 炭酸曹達  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を水に溶解すれば



の加水分解を起し苛性ソーダ( $\text{NaOH}$ )を生じ之れが洗滌の効をなすなり 529頁353頁参照。

25. 質量并に温度が化學的變化に及ぼす影響を例を擧げて説明せよ(623頁乃至630頁) (同上校)

26. 硬水及び軟水の別を問ふ(18頁) (同年東京高等工業)

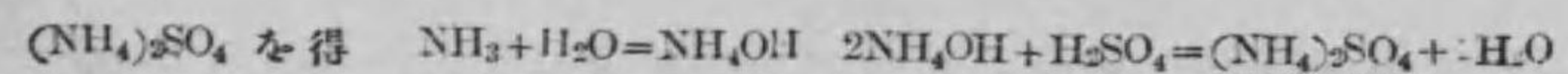
27. 炭酸ナトリウムの水溶液がアルカリ性を呈するは何故なるか (同上校)

(解) 353頁673頁

28. アンモニア鹽類よりアンモニアを製する方法及びアンモニアをアンモニウム鹽類とす方法を問ふ

(三十六年東京高等師範)

(解) アンモニウム鹽類に苛性ソーダ若くは石灰を混じて熱すればアンモニアを得。例へば鹽酸アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  に石灰  $\text{CaO}$  を加へて熱すればアンモニア得  $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaO} = 2\text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  アンモニアを水に溶かして酸を加ふればアンモニウム鹽類を得例へばアンモニア水に硫酸を加ふれば硫酸アンモニウム



29. アルミニウムの製法を述べ水酸化ナトリウムが金屬アル

ミニウム及び水酸化アルミニウムに對する變化作用を問ふ

(三十六年陸軍士官候補生)

(解) 372頁375頁377頁

30. 酸素を製するには如何なる原料を要し且如何なる装置を要するか之を圖解せよ(3頁) (三十六年海軍機關學校)

31. 物質の燃焼及び焔の構造を説明せよ

(三十六年千葉醫學專門)

(解) 8頁, 312頁

32. 火薬の成分を説き并に發砲の際起る所の化學變化を示せ(化學方程式を用て) (三十六年盛岡高等農林)

(解) 355頁

33. 發生機に於ける元素とは如何なるものなりや

(同年東京農科大學實科)

(解) 76頁

34. 炭水化物とは如何又其主なるもの名稱を擧げよ

(三十七年專門學校入學檢定)

(解) 552頁

35. 混合物を分離する方法と化合物を分解する方法との差違を記せ (同年東京高等商業)

(解) 混合物をその成分に分離せんには物理的作用を以てするを常とす例へば鐵と硫黄との混合物は鐵のみが磁石に吸收せらるる性質を利用して分離し得べし。

化合物を分解するには熱、電氣等のエネルギーの作用によるか或はその化合物に他の物質を加へて化學的作用を起さしめざるべからず

例へば酸化水銀を分解するには熱を用ひ、水を分解するには電氣を使用し、酸化亜鉛を分解するには熱及び炭素を用ふるが如し。

36. 普通なる漂白剤の名稱を列挙し其各個に就て特異なる點を説明せよ  
(三十七年神戸高等商業)

(解) 漂白剤の普通なるもの漂白粉(361頁), 亞硫酸瓦斯(247頁), 過酸化水素(235頁)

37. 鹽素瓦斯中に燭火, アンチモン粉, 水素焰を入れたるとききの化學變化を詳説せよ(76頁, 77頁, 73頁) (三十七年海軍兵學校)

38. コーク又は木炭を不完全に燃焼する時は如何なる物體を生ずるや其性質は如何  
(三十七年東京商船學校)

(解) 酸化炭素を生ずるその性質は64頁

39. 酸性鹽, 鹽基性鹽及び正鹽の別如何 (同年仙臺醫學專門)

(解) 酸性鹽及正鹽は258頁, 鹽基性鹽は酸度二以上の鹽基に於ける水酸基OHの一部を酸根にて置換せし鹽なり例へば

$Hg(OH)NO_3$  鹽基性硝酸水銀の如きものにして之は水酸化水銀

$Hg(OH)_2$ の(OH)基一個を硝酸根 $NO_3$ にて置換せるものなり。

40. 普通食鹽は潮解性を有するも燒鹽は潮解性を有せざる理由如何(385頁) (同年盛岡高等農林)

41. 石鹼及綿火藥(火綿)は如何なる物質にて製するか

(三十八年高等學校)

(解) 528頁 552頁

42. 硫化鐵に硫酸を注ぎたる時發生すべき瓦斯の名稱并に之が分析上の用途を示せ(240頁 241頁) (同年名古屋高等工業)

43. 鐵器の錆を生ずる作用を述べ且之を防ぐ方法を記せ

(同年東京高等師範)

(解) 397頁

44. エチルアルコールと濃硫酸とより製し得べき物質二種の名稱及其性状を問ふ (同校)

(解) エチレン(484頁) エチルエーテル(509頁)

45. 次記の金屬の名稱を問ふ

(イ) 最も展性及び延性に富めるもの

(ロ) 最も能く熱及び電氣を導くもの

(ハ) 常溫にて水と作用するもの (ニ) 常溫にて液體なるもの

(ホ) アマルガムを生ぜざるもの (同年陸軍士官候補生)

(解) (イ) 金 (ロ) 銀 (ハ) ナトリウム, カリウム (ニ) 水銀 (ホ) 鐵, 白金

46. 鹽化水素酸及び硝酸は各單獨の場合に於ては黄金に作用せずと雖も王水となりては善く之を溶解す其の理由如何

(同年海軍機關學校)

(解) 458頁

47. 大氣中に炭酸瓦斯の存することを證し且つ其の存在と動物植物生育との關係を述べよ。 (三十九年高等學校)

(解) 石灰水を大氣中に置けば漸次に白濁すべし之れ大氣中に炭酸瓦斯の存するによる。後半に就ては61頁 34頁を見よ。

48. 硬水を軟化する方法を説明せよ(19頁) (同年神戸高等商業)

49. 炭酸瓦斯と酸化炭素の性質を比較せよ

(同年大阪高等工業)

(解) 64頁

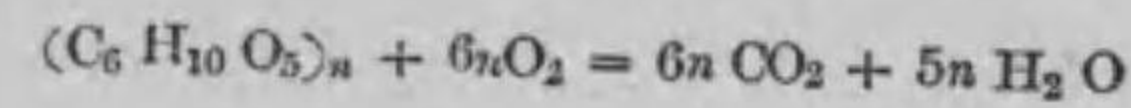
50. 次に擧ぐる諸金屬を日用器具の製造に供するは各如何なる性質を利用せるものなるか (イ) アルミニウム (ロ) 錫 (ハ) 亞鉛

(解) (イ) 373頁 (ロ) 411頁 (ハ) 384頁 (同年東京高等師範)

51. (イ)アルコール中に水の有無を見るには如何にするか  
 (ロ)牛乳中の米の洗汁を混するや否やを知るには如何にするか  
 (解)(イ)無水の硫酸銅の白粉を入れて青色に變ずればそのアルコール中には水の存在せるを知り若し青色に變ぜざればその無水なるを知るべし  
 (ロ)沃度溶液を加へて青色となればその乳中には米の洗汁(澱粉を有す)存在すべく青色とならざればその存在せざるを知るべし  
 (同年同校)
52. 石油ランプに點火する時ホヤを付けざれば油煙を生じホヤを付すれば油煙を生ぜざる理由を説明せよ(同年海軍兵學校)  
 (解)ホヤを付せざるときは空氣の流通當を得ずして燃燒不完全となり炭素の微粒即ち油煙を生ず。然るにホヤを付すれば焰より生ずる氣體は軽く上昇する故に下方の口金より空氣の流入盛となり石油を盛に燃燒せしむ故に油煙を生ぜず
53. 硝酸カリウムと木炭との粉末の混合物に點火せば如何なる變化を生ずるか(同校)  
 (解)硝酸カリウムは先づ分解して酸素を出し木炭を燃燒せしめて炭酸瓦斯を生ずその他硝酸カリウムは窒素を出す又炭酸カリウム等の固體を生ず。
54. 鉛丹及朱とは化學上如何なるものなるか(同年海軍機關)  
 (解) 415頁 434頁
55. 金銀銅及びアルミニウムの各金屬を硝酸中に熱するとき如何なる化學變化起るか(192頁 375頁) (同校)
56. 石炭の自然燃燒の理を説明すべし(同年東京商船學校)  
 (解)石炭の自然燃燒は石炭の孔隙に酸素(空氣)を吸引して酸化

- する際發熱し此の熱次第に蓄積して遂に發火すると、石炭の間にある炭化水素(メタンの如き)が酸化するとき發熱して之が次第に蓄積して燃へ出すに至ることと、又石炭に混ざる硫化鐵の酸化する際發熱して遂に發火することとに源因す。
57. 天然に存在するカルシウム化合物を列舉せよ。  
 (同年東京農科大學實科)  
 (解) 炭酸カルシウム, 硫酸カルシウム, 磷酸カルシウム, 硅酸カルシウム。
58. 物質の燃ゆるとき焰を發するものと否らざるものとあるは何によるか又焰の光に強弱あるは何によるか  
 (解) 311頁 (四十年専門學校入學檢定)
59. 膽礬、皓礬、鉛白、甘汞及密陀僧は各如何なる化合物なるか  
 (同年山口高等商業)  
 (解) 435頁 387頁, 418頁, 429頁, 415頁
60. アルテヒードの一般性質を述べ其酸及アルコールに對する關係を示せ(535頁) (同年大阪高等工業)
61. 化學作用により脂肪及油より製せらるる主要品と其製法の概略を記せ  
 (同年女子高等師範)  
 (解) カリセリン及石鹼 508頁, 525頁 (同校)
62. 王水とは如何なるものなるか  
 (解) 292頁  $3HCl + HNO_3 = NOCl + 2H_2O$
63. 防腐の方法を述べ且つ防腐劑及び消毒劑の普通なるもの名稱を列記せよ(588頁) (同年陸軍士官候補生)
64. 木材の燃燒に於ける化學變化を説明せよ  
 (同年海軍兵學校)

(解) 木材の主成分はセルロース(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub> ならば之を空气中にて燃焼すれば炭酸瓦斯と水蒸氣を生ず



此の他無機成分は灰分として残留すべし

65. 海草の灰、牛乳、葡萄中に存する重なる物質を挙げて其成分元素を示せ (同校)

(解) 海草の灰中に存するものは炭酸ソーダ(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)、沃化カリウム(KI)沃化ナトリウム(NaI)等、牛乳中にあるものは水(H<sub>2</sub>O)、乳糖(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)脂肪(炭素、水素、酸素の化合物)、蛋白質(炭素、水素、酸素、窒素、硫黄等の化合物)等、葡萄中にあるものは葡萄糖(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)水(H<sub>2</sub>O)酒石酸(C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>)酒石(C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>K)等なり。

66. 電気鍍銀に要する溶液は何なるか且つ鍍銀中起るところの化学變化を詳記せよ (同年海軍機関)

(解) 銀チアン化加里 Ag(CN)<sub>2</sub>K の溶液を用ふ。此の溶液に電流を通すれば銀チアン化加里はカリウム(陰極に行く)と銀チアン基(陽極に行く)とに分解せらる Ag(CN)<sub>2</sub>K = Ag(CN)<sub>2</sub> + K 而してカリウムは直に銀チアン化加里に作用して銀を遊離し陰極の板(鍍銀せんとするもの)に鍍せらる K + Ag(CN)<sub>2</sub>K = Ag + 2KCN (チアン化加里)

此のチアン化加里は水に溶解す。次に銀チアン基は陽極の銀板に作用してシアン化銀となる Ag(CN)<sub>2</sub> + Ag = 2AgCN 之は液中にあるチアン化加里と作用して銀チアン化加里を造りて溶解し電解の爲めに消耗せる銀チアン化加里の量を補ふなり。

67. 酸及鹽基の強弱を説明せよ (同年仙臺醫學専門)

(解) 663頁

68. 燃焼と呼吸作用とは如何なる化学的作用によるかを説明

よ(8頁)

(同校)

69. 磷酸鹽の種類、硫黄を含有せる酸の種類、硝子の成分及種類を記せ (同校)

(解) 磷酸鹽 { 正式磷酸鹽 Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 第一酸式磷酸鹽 NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>  
第二酸式磷酸鹽 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 第三酸式磷酸鹽 NaPO<sub>3</sub>  
ピロ磷酸鹽 Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 等

硫黄の酸 { 硫化水素 H<sub>2</sub>S 硫酸 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 亞硫酸 H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>  
チオ硫酸 H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等

硝子の成分及種類(327頁)

70. 生石灰、石灰石、消石灰、石灰水及石灰乳の區別を問ふ

(同年水産講習所)

(解) 362頁 363頁 366頁

71. 銀とアルミニウムとの差を述べよ

(四十一年第二高等學校)

(解) 銀(一價の元素 Ag)

アルミニウム(三價の元素 Al<sup>+++</sup>)

柔軟にして比重10.5

粘硬にして比重2.6

硫化水素に觸れて黒變す

硫化水素によりて變化せず

苛性アルカリ液に溶解せず

苛性アルカリ液に溶解す

熱濃硫酸に溶解して二酸化硫黄を生ず

硫酸に徐々に犯されて水素を發生す

硝酸に容易に溶解す

硝酸に作用せられ難し

鹽酸に溶解し難し

鹽酸に溶解し易し

72. 米より酒及醋を造るときに起る化学變化を記せ

(解) 米中の澱粉が糖化素の作用によりて糖類に變じたる後醱母の作用を受けてアルコールとなり酒を造るなり(497頁)

次に酒中のアルコールが醱母の作用によりて空气中の酸素を取りて醋酸に變じ醋となるなり。(517頁) (同年 三高等學校)

73. 炭酸鹽に酸を作用せしむるときは如何なる反應を起すか  
例を擧げ方程式にて之を示せ (318頁) (同年東京高等商業)

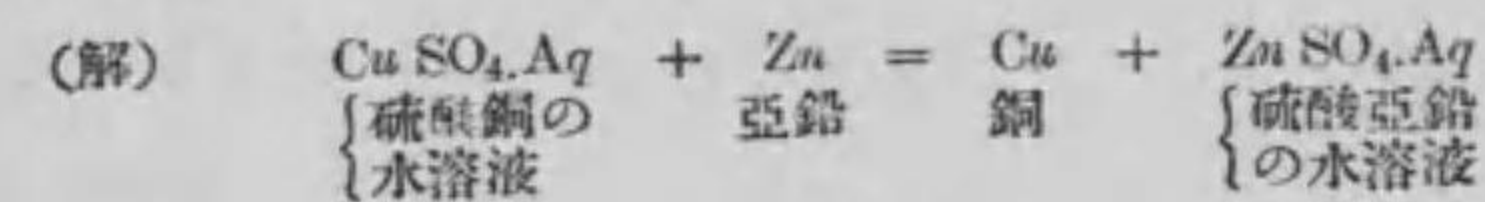
74. 可溶性鉛鹽の水溶液中に亞鉛棒を懸垂せるときに起る現象及び其理由を説明せよ (453頁 678頁) (同年東京高等工業)

75. 次の金屬の原續の名稱及其の化學式を記せ  
(同年陸軍士官候補生)

(イ)銅(420頁) (ロ)錫(410頁) (ハ)鉛(412頁) (ニ)銀(424頁)  
(ホ)鐵(391頁)

76. 硫酸鹽は如何にして檢出せらるるか(261頁)(同年海軍機關)

77. 硫酸銅の水溶液に亞鉛を入るる時は如何なる變化をなすか  
方程式にて之を示せ (四十二年東京高等商業)



78. 硫酸銅の水溶液は酸性反應を呈す其理如何  
(四十二年長崎高等商業)

(解) 675頁

79. 石油と菜種油との相異の點を列擧せよ  
(同年山口高等商業)

(解) 石油は液體炭化水素(メタン族等)の混合物にして天然に産出せず發火し易し重に燈用に供せらる。

菜種油は菜種(アブラナ科)の種子より採取する粘り液體にして重にオレインよりなる石油程發火し易からず燈用器械油、食用等に供す。

80. 酒精及びグリセリンの用途を問ふ但し其の如何なる性質を利用するものなるかを簡明に記すべし (同年仙臺高等工業)

(解) 酒精の用途は

- (1) 高熱を發して燃ゆるを以て燃料に供す
- (2) 種々の物質を溶かすを以て香料、丁機、假漆を製するに用ふ。
- (3) 防腐性あるが故に動植物を貯藏するに供す。
- (4) 芳香を有し興奮性あるが故に飲料を製するに用ふ。
- (5) 低温度(攝氏零下130度)にて初めて凝固する液體なるを以て低温度を測る寒暖計には水銀の代りに用ひらる

グリセリンの用途は

- (1) 粘り液體にして空氣中より濕氣を吸收する性あるを以て醫藥皮膚の荒れを治す等)に供す
- (2) アルコール類の一にして硝酸ニトログリセリンなるエステルを造る此のものは爆發性なれば爆薬に用ひらる

81. 重クロム酸カリウムは如何なる外觀を有する物質なるか  
又其の用途は如何なる化學作用に基くか (同年東京高等師範)

(解) 橙赤色の結晶なり此の水溶液に硫酸を加ふれば酸化作用強き重クロム酸を生ず故に酸化劑として使用たらる。

82. エチルアルコールを酸化して生ずべき物質名及び其の分子式を記せ (同校)

(解) アセトアルデヒド  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$  醋酸  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  水  $\text{H}_2\text{O}$  炭酸瓦斯  $\text{CO}_2$

83. 脂肪と石鹼とは組成上如何なる關係を有するか  
(同年陸軍士官候補生)

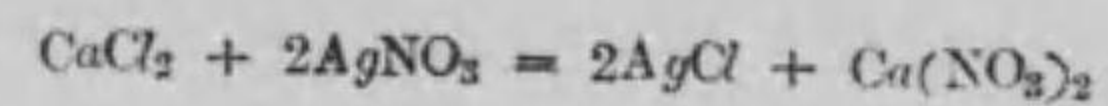
84. 次に擧げたる化合物の各水溶液に硝酸銀水溶液を加ふるときに起る化學變化の差異を記せ (同年東京帝國農科大學實科)

(イ)  $\text{NaCl}$  (ロ)  $\text{CaCl}_2$  (ハ)  $\text{KClO}_3$

(解)(イ)  $\text{NaCl}$ (鹽化ナトリウム)のときは鹽化銀( $\text{AgCl}$ )の白澱と硝酸ナトリウム( $\text{NaNO}_3$ )の水溶液とならず

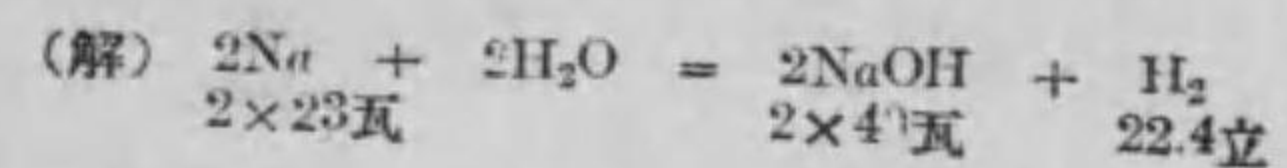


(ロ)  $\text{CaCl}_2$  (鹽化カルシウム) のときは鹽化銀の白濁と硝酸カルシウム  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  の水溶液を生ず



(ハ)  $\text{KNO}_3$  (鹽素酸カリウム) のときは何等の變化を認めず(鹽化銀の白濁を生ぜず)

85. 23グラム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計なるや (三十四年東京高等工業)



∴ 水素の容積は 11.2 立 水酸化ナトリウムの量は 40 瓦

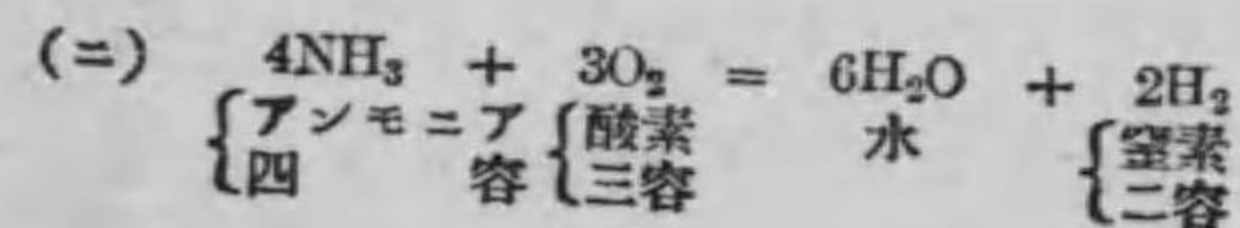
86. 次の如き氣體混合物に電氣の火花を通ずるとき残れる氣體の容積及び成分を問ふ (三十四年高等師範)

(イ) 酸素 20 c.c. と水素 15 c.c. (ロ) (イ) と同じき混合物を 100 度以上に保つとき (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零度及び 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  $20 - \frac{15}{2} = 12.5 \text{ c.c.}$  (ロ) 酸素 12.5 c.c. と 15 c.c. の水蒸氣

(ハ) 空氣 20 c.c. は重に  $20 \times \frac{1}{5} = 4 \text{ c.c.}$  の酸素と  $20 \times \frac{4}{5} = 16 \text{ c.c.}$  の窒素との混合物なり故に水素  $15 - 2 \times 4 = 7 \text{ c.c.}$  と窒素 16 c.c. とを残留す。



アンモニア 20 c.c. は酸素  $20 \times \frac{3}{4} = 15 \text{ c.c.}$  と化合して窒素  $20 \times \frac{2}{4} = 10 \text{ c.c.}$  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  $\frac{32}{22.4} = 1.43 \text{ 瓦}$

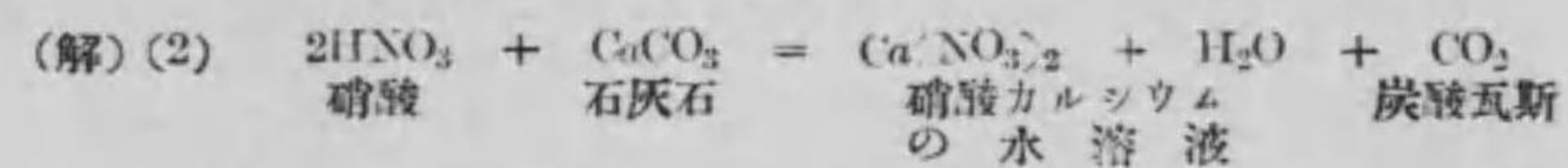
水素の一瓦分子即ち 2 瓦は 22.4 立の容積を有す故に水素一立の重量は  $\frac{2}{22.4} = 0.09 \text{ 瓦}$

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  $\frac{17}{22.4} = 0.76 \text{ 瓦}$

空氣の水素に対する比重は 14.4 なるを以て空氣一立の重量は  $0.09 \times 14 = 1.26 \text{ 瓦}$  なり。

87. 下の場合に起るべき化學變化を方程式を以て示し且式中にある各物質に名稱を記せ (三十五年高等學校)

- (1) 銅片を濃硫酸中に熱するとき (254 頁)
- (2) 硝酸を石灰石に注ぐとき
- (3) 鐵片を硫酸銅の水溶液中に浸すとき (453 頁)



88. 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ットルを得べきや但し水銀の原子量は 200 とし温度零度氣壓 760 ミリメートルに於ける酸素 32 グラムの容積は 22.4 リットルなりとし又氣體の膨脹係数は  $\frac{1}{273}$  なりとす。 (同校)

(解)  $2\text{HgO} = 2\text{Hg} + \text{O}_2$  によりて酸化第二水銀 432 瓦 ( $2\text{HgO} = 2 \times (200 + 16) = 432$ ) 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 立を得べきなり故に 54.6 瓦の酸化第二水銀より得べき酸素の容積 (0°C, 760 ミリメートルのとき) は  $\frac{54.6 \times 22.4}{432}$  立 依て之を 24°, 770 ミリメートルに於ける容積に改算すれば可なり



$$\frac{54.6 \times 22.4}{432} \times \frac{760}{770} \times \left(1 + \frac{24}{273}\right) = 3.01 \text{ 瓦(答)}$$

89. 下記の場合に如何なる化学反応起る可きか化学方程式を以て之を記せ (三十五年東京高等商業)

(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

(解)(イ) 254頁 (ロ) 254頁 (ハ) 289頁 (ニ) 368頁

90. 次の方程式により100瓦の硝酸を得るには90%の $\text{H}_2\text{SO}_4$ を含有する硫酸幾何瓦を要するか (三十五年東京高等工業)



(解)  $\text{H}_2\text{SO}_4(1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98) \longrightarrow \text{HNO}_3(1 + 14 + 3 \times 16 = 63)$

即ち63瓦の硝酸を得んには98瓦の純硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )を要する割合なり故に100瓦の硝酸を得るには $\frac{98}{63} \times 100$ 瓦の $\text{H}_2\text{SO}_4$ を要すべし依て之を含有する90%の硫酸の量は $\frac{98}{63} \times 100 \times \frac{100}{90} = 173$ 瓦(約)也。

91. 下の各物質を水中に投ずる時起るべき化学變化を方程式にて示し且生成物の名稱を記せ。 (三十六年高等學校)

(イ) 五酸化磷 (ロ) 金屬ナトリウム (ハ) 酸化カルシウム

(ニ) 五酸化磷

(解)(イ) 280頁 281頁 (ロ) 343頁 (ハ) 363頁 (ニ) 287頁

92. 水酸化ナトリウム 12.5グラムを水に溶解し稀釋して1リットルをなし之を用ひて鹽酸を中和することを試みたるに鹽酸 25立方センチメートルに對して80立方センチメートルの水酸化ナトリウム液を要したり然らば此鹽酸1リットル中には幾グラムの鹽化水素存在するか H=1 O=16 Na=23 (I=35.5)

(解) 此の中和の變化は  $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

即ち水酸化ナトリウム 40瓦 ( $\text{NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40$ ) を中和するには鹽化水素 36.5瓦 ( $\text{HCl} = 1 + 35.5 = 36.5$ ) を要する割合なり

今使用せる80立方センチメートル(c.c.)中に存在する水酸化ナトリウムの量は  $12.5 \times \frac{80}{1000} = 1$  瓦なるにより之を中和するに要する

鹽化水素の量は  $\frac{36.5}{40} \times 1$  瓦なり故に此の量は鹽酸 25 c.c. 中に存在すべき鹽化水素の量なるを要す依て此の鹽酸 1 リットル(即ち 1000 c.c.) 中に存在する鹽化水素の量は  $\frac{36.5}{40} \times 1 \times \frac{1000}{25} = 36.5$  瓦也。

93. 石灰水に炭酸瓦斯を通ずるときに起る變化を方程式にて示せ (317頁) (三十六年神戸高等商業)

94. 炭素幾瓦を燃せば炭酸瓦斯 66瓦を生ずるや且其の瓦斯の容積如何但原子量 炭素 12 酸素 16 (同年海軍兵學校)

(解)  $\left. \begin{array}{l} \text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 \\ \text{炭素} \quad \text{炭酸瓦斯} \\ 12 \quad \quad 44 \end{array} \right\} \text{故に炭酸瓦斯 66瓦を造るに要する炭素の量は } \frac{12}{44} \times 66 = 18 \text{ 瓦}$

次に炭酸瓦斯 44瓦はその一瓦分子にして 22.4 立の容積を占む故に 66瓦の炭酸瓦斯の容積は  $\frac{22.4}{44} \times 66 = 33.6$  立

95. 百分中二分のHCNを含有するシアン化水素酸の水溶液 250グラムを得んには幾許グラムのシアン化ポタシウムを要するや

(解)  $2\text{KCN} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCN}$  (同年東京農科大學實科)

シアン化ポタシウム  $\text{KCN} = 39 + 14 = 53$  シアン化水素  $\text{HCN} = 1 + 12 + 14 = 27$  ならば 27瓦のシアン化水素を得んにはシアン化ポタシウム

65瓦を要する割合也而して 100 分中 2 分のHCNを含有する水溶液 250瓦中に存在するシアン化水素の量は  $250 \times \frac{2}{100} = 5$  瓦なり

此の5瓦のシアン化水素を製するに要するシアン化ポタシウム

の量は  $\frac{65 \times 5}{27} = 12$ (約)瓦

96. 化合置換及び複分解の實例を化學方程式を以て示せ。

(解)  $2Hg + O_2 = 2HgO$ .....化合の例 (三十七年東京高等商業)

水銀 酸素 酸化水銀

$H_2SO_4 + Fe = H_2 + FeSO_4$ .....置換の例

硫酸 鐵 水素 硫酸鐵

$KOH + HCl = KCl + HOH$ .....複分解の例

苛性加里 鹽化水素 鹽化加里 水

97. 次の方程式の示す總ての事實を擧げよ



(解) 此の方程式は水素と酸素と化合して水を生ずること

水素二容と酸素一容と化合して水蒸氣を生ずること

水素4瓦と酸素32瓦と化合して水36瓦を生ずることを示す

98. 酸素3リートルの中に炭素1瓦を燃やすとき成生する物質の名其の重量及び燃へたる後の氣體の全容積を記せよ

但酸素の原子量は16炭素の原子量は12とす

(三十七年東京高等師範)

(解)  $C + O_2 = CO_2$  故に炭素1瓦を盡く燃やすに要する酸素の容積は  $\frac{22.4}{12} \times 1 = 1.867$  立

炭素 { 酸素 { 炭酸瓦斯  
12瓦 { 22.4立 { 22.4立

即ち酸素3立にて充分なり斯く1瓦の炭素が酸素中にて燃へて完全なる酸化をなせば炭酸瓦斯を生じその量は  $\frac{44}{12} \times 1 = 3.7$ 瓦なり此の燃焼の際要する酸素と生じたる炭酸瓦斯とは容積を等しふするを以て燃焼の前後には氣體の全容積には變化なくして3立也。

99. 下の各單體を酸素中にて熱するとき生成すべき化合物の名稱及化學記號を記せ (三十八年高等學校)

(イ)磷 (ロ)砒素 (ハ)鐵 (ニ)アンチモン (ホ)マグネシウム

(解)(イ)五酸化磷  $P_2O_5$  (ロ)三酸化砒素  $As_2O_3$  (ハ)酸化第二鐵  $Fe_2O_3$

四三酸化鐵  $Fe_3O_4$  (ニ)三酸化アンチモン  $Sb_2O_3$

(ホ)酸化マグネシウム  $MgO$

100. 銀と銅との合金あり其五瓦を硝酸に溶かし鹽酸を加へたるに5.315瓦の鹽化銀を沈澱せり此合金の成分を求む

但し銀の原子量は108 鹽素の原子量は35.5とす。

(同年専門學校檢定)

(解)  $AgCl = 108 + 35.5 = 143.5$  なれば鹽化銀  $(AgCl)$  143.5瓦を生ずべき

銀  $(Ag)$  の量は108瓦なり依て5.315瓦の鹽化銀を生ずるには

$\frac{108 \times 5.315}{143.5} = 4$  瓦の銀を要すべし故に五瓦の合金中に存在する銀

の量は四瓦にして銅の量は  $5 - 4 = 1$  瓦なり

101. 次の化合物の名を記せ (同年長崎高等商業)

(イ)  $Ca_3(PO_4)_2$  (ロ)  $HgCl_2$  (ハ)  $NaCl$  (ニ)  $KNO_3$  (ホ)  $CH_4$

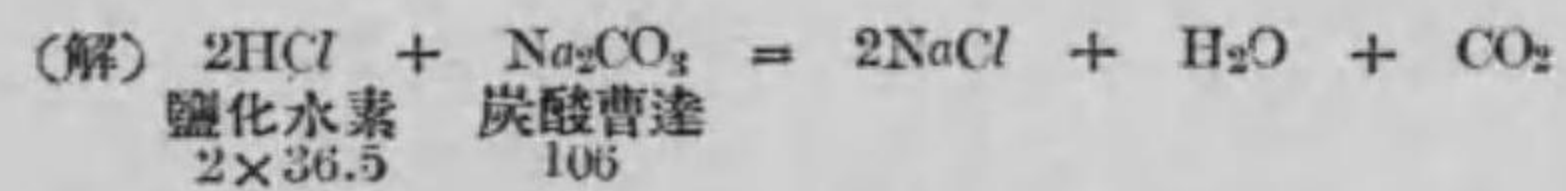
(解)(イ)磷酸カルシウム (ロ)鹽化第二水銀(昇汞) (ハ)鹽化ナト

リウム(食鹽) (ニ)硝酸カリウム(硝石) (ホ)メタン(沼氣)

102. 五割の水を含みたる鹽酸100グラムを用ひて幾グラムの炭酸曹達を分解する事を得べきか之が計算の方法を併記せよ

但鹽酸の分子量は36.5 炭酸曹達の分子量は106とす

(三十八年名古屋高等工業)

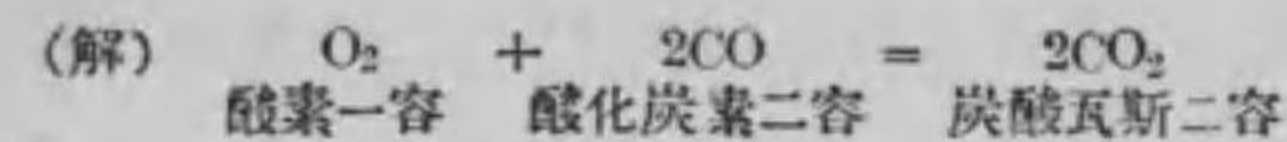


五割の水を含みたる鹽酸100グラムは50グラムの鹽化水素を含むが故に之を分解するに要する炭酸曹達の量は

$\frac{106}{2 \times 36.5} \times 50 = 73$  グラム

103. 酸素10立方寸と酸化炭素40立方寸とを混合し之に電氣の

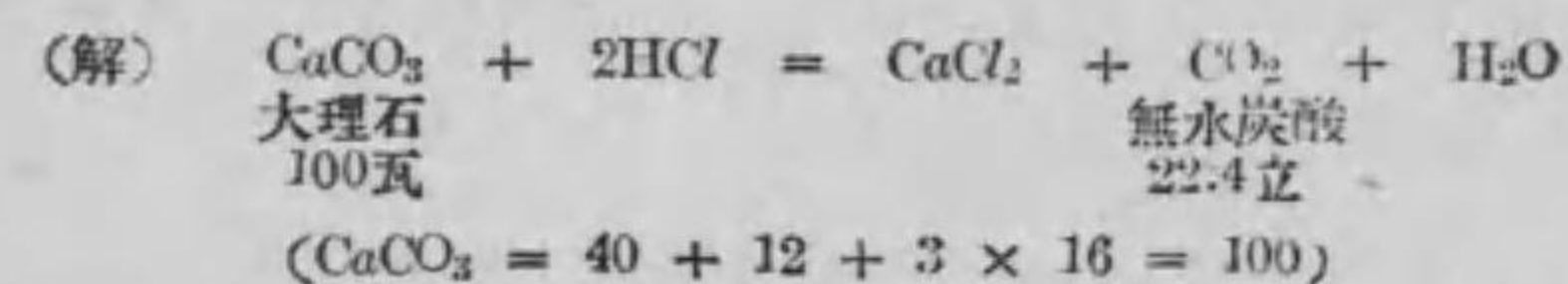
火花を通じたる後存在する氣體は何より成るが之を證明する方法を述べ且各成分の容積を見出せ (三十八年東京高等師範)



即ち酸素 10 立方厘(c.c.)と酸化炭素  $10 \times 2 = 20$  c.c. と化合して炭酸瓦斯 20 c.c. を生ず依て變化後存在する氣體は酸化炭素  $40 - 20 = 20$  c.c. と炭酸瓦斯 20 c.c. の混合物なり此の混合氣體を石灰水及び苛性加里液中に通ずれば石灰水を白濁し、石灰水及び苛性加里液に溶解せずに通ずる氣體の容積は 20 c.c. (即ち混合氣體 40 c.c. の半部)にして之を器に移して點火すれば青焰を擧げて燃へ其器内に石灰水を注げば直に白濁す(64頁参照)

104. 大理石 15 瓦を鹽酸に溶かして生ずる無水炭酸は溫度 15 度氣壓 750 托のとき幾許の容積を有するか (同校)

但炭素の原子量は 12    カルシウムの原子量は 40 とす



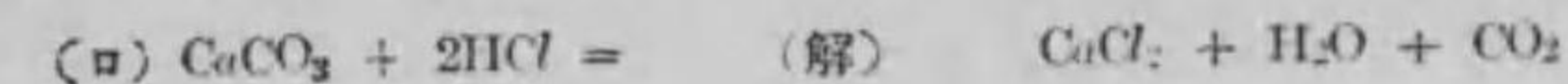
故に大理石 15 瓦を用ひて得らるべき無水炭酸の容積は 0°C. 及 760 托に於て  $\frac{22.4}{100} \times 15 = 3.36$  立にして 15°C, 750 托に於て

$$3.36 \times \frac{760}{750} \times \left(1 + \frac{15}{273}\right) = 3.50 \text{ 立}$$

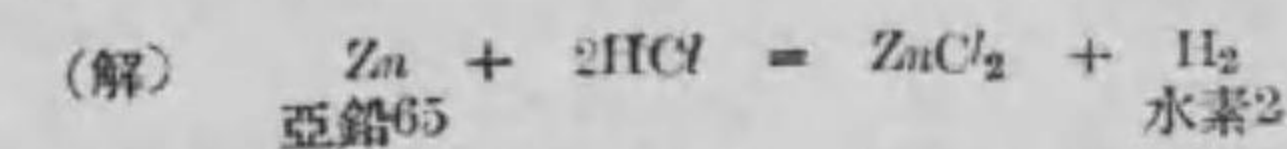
105. 次の炭化水素を完全に酸化せしむる時に起る化學變化の方程式を記せ(イ)メタン(沼氣) (ロ)エチレン(エチリン或は生油氣) (ハ)アセチレン(アセチリン) (三十八年陸軍士官候補生)

(解)(イ) 476 頁 (ロ) 484 頁 (ハ) 485 頁

106. 次の方程式を完結せよ (同年海軍兵學校)



107. 稀硫酸を入れたるビーカーの目方を秤り之に亜鉛の一小片を投入して全く溶解したる後再び其目方を秤りたるに一瓦を増加せりと云ふ投入せる亜鉛の目方幾何なりや但亜鉛の原子量は 65 なり。 (同校)



即ち亜鉛 65 瓦を投入すれば 2 瓦の水素瓦斯を發生す故に  $65 - 2 = 63$  瓦の増量あり依て求むる亜鉛の量は  $\frac{65 \times 1}{63} = 1.03$  瓦(答)なり。

108. 20 瓦の酸素瓦斯が攝氏零度の溫度及び 760 托の氣壓に於て有する體積は幾許立なるか (同年海軍機關)

(解) 酸素一瓦分子即ち 32 瓦は 0°C, 760 托に於て 22.4 立の體積を占む故に 20 瓦の酸素の體積は  $\frac{22.4 \times 20}{32} = 14$  立(答)なり。

109. 次記物質の分子式を示せ (同年盛岡高等農林)

(イ)食鹽 (ロ)膽礬 (ハ)酒精 (=)醋酸 (ホ)澱粉

(解)(イ)NaCl (ロ)CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (ハ)C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (=)CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>H

(ホ)(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>

110. 100 グラムの硫酸アンモニウム中には何グラムの窒素を含有するか (同年東京農科大學實科)

(解)(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(硫酸アンモニウム 1:2) → 2N(窒素 28)

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 2 × (14 + 4 × 1) + 32 + 1 × 16 = 132      2N = 2 × 14 = 28

故に硫酸アンモニウム 100 瓦の中にある窒素の量は  $\frac{28}{132} \times 100 = 21.2$  瓦

111. 以下の場合に生ずる化學的變化を述べよ

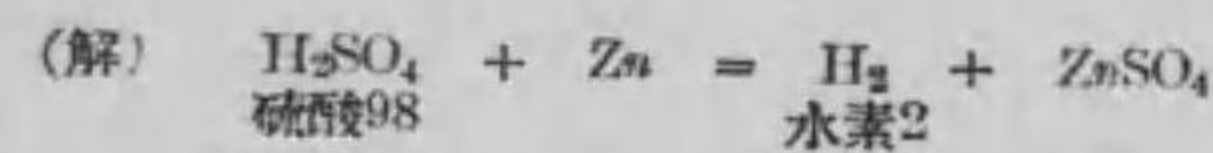
(三十九年高等學校)

(イ)硫酸銅の溶液に電流を通ずるとき (解) 650 頁

(ロ) 硫酸鉛の溶液に亜鉛を入れ置くとき(453頁677頁)

(ハ) 硫酸に鹽化バリウムの溶液を加ふるとき(261頁)

112. 10%の硫酸1000グラムを亜鉛に作用せしめて發生する水素瓦斯は幾グラムなるか又其の標準状態に於ける瓦斯體積は幾リートルなるか H=1 O=16 S=32 (同校)



$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98 \quad \text{H}_2 = 1 \times 2 = 2$$

10%の硫酸1000グラムの中には純硫酸  $1000 \times \frac{10}{100} = 100$  グラムを含む

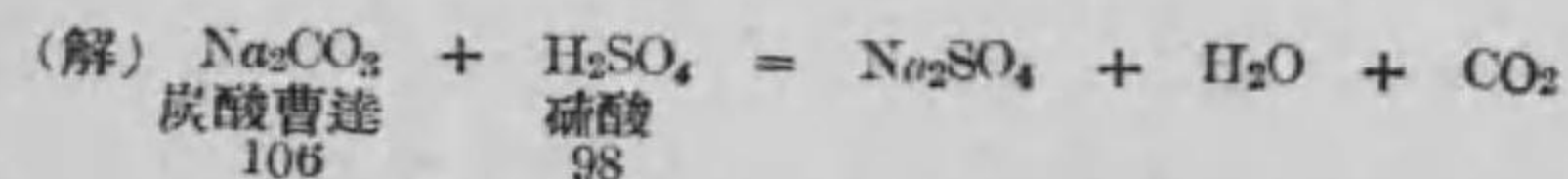
有す此の硫酸を用ひて生すべき水素瓦斯の量は

$$\frac{2}{98} \times 100 = 2.041 \text{ グラム}$$

次に水素一瓦分子即ち2瓦は標準状態に於て22.4リートルの體積を有す故に水素2.041グラムの體積は  $\frac{22.4}{2} \times 2.041 = 22.86$  リートル

113. 炭酸曹達53グラムを1リートルの水に溶解し其25立方センチメートルを中和するに稀硫酸24.5立方センチメートルを要したり然らば此稀硫酸1リートル中には幾グラムの硫酸存在するか (三十九年東京高等商業)

但 H=1 C=12 O=16 Na=23 S=32



$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2 \times 23 + 12 + 3 \times 16 = 106 \quad \text{H}_2\text{SO}_4 = 1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$$

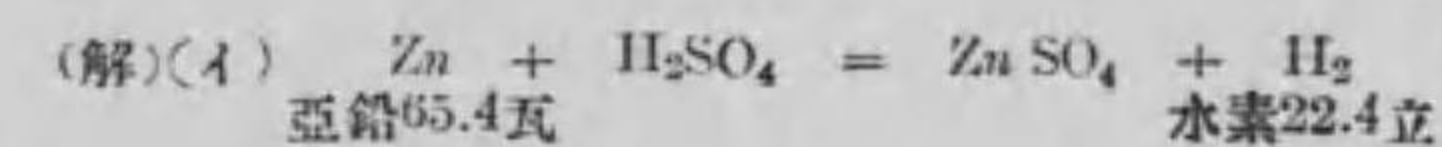
此の炭酸曹達液25立方センチメートル(c.c.)中に存在する炭酸曹達の量は  $53 \times \frac{25}{1000}$  瓦にして之を中和する純硫酸は  $53 \times \frac{25}{1000} \times \frac{98}{106} = 1.225$  瓦なり而して此の量は稀硫酸24.5c.c.中に存在すべし依て此の稀硫酸1立(即ち1000c.c.)中に存在すべき純硫酸の量は

$$1.225 \times \frac{1000}{24.5} = 50 \text{ 瓦なり。}$$

114. 1グラム分子の瓦斯體は攝氏0度の温度と標準氣壓とに於て22.4リートルの容積を有す依て次の計算をなせ

(イ) 亜鉛32.7グラムに硫酸を加へて盡く硫酸亜鉛となすとき生ずる瓦斯の0度と標準氣壓とに於ける容積

(ロ) 標準氣壓に於て100度の温度の水が同温度の蒸氣となるさきの容積の變化但し1グラムの水は100度の温度に於て1.043立方センチメートルの容積を有す (三十九年東京高等工業)



故に亜鉛32.7瓦を用ひて生すべき水素の容積は  $22.4 \times \frac{32.7}{65.4} = 11.2$  立

(ロ) 水の分子式は  $\text{H}_2\text{O}$  となれば水蒸氣の1瓦分子は18瓦( $\text{H}_2\text{O} = 2 \times 1 + 16 = 18$ )なり又た0°に於ける22.4立の容積は100°に於て

$22.4 \times \left(1 + \frac{100}{273}\right) = a$  立(と假定す)故に水蒸氣18瓦は100度に於ては

$a$  立の容積を有す依て100度に於ける水蒸氣1瓦の容積は

$\frac{a}{18}$  立即ち  $\frac{a}{18} \times 1000$  立方センチメートルなり即ち標準氣壓に於

て100度の水が100度の水蒸氣となるときはその容積は

$$1 \times \frac{1000}{18} \times \frac{1}{1.043} = 22.4 \times \left(1 + \frac{100}{273}\right) \times \frac{1000}{18} \times \frac{1}{1.043} = 1630 \text{ 倍となる}$$

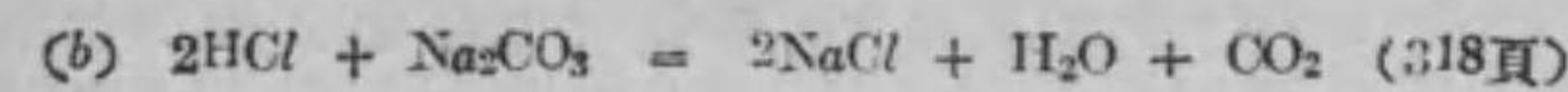
115. 食鹽に強硫酸を加へて熱したるとき發生すべき瓦斯を水に溶かし順次次の水溶液内に注ぐときは如何なる化學變化を起すべきか方程式を以て之を表示せよ(三十九年名古屋高等工業)

(a) 苛性加里 (b) 炭酸曹達 (c) アンモニア (d) 硝酸銀

(解) 先づ發生すべき瓦斯は鹽化水素にして之が水に溶けたる液は鹽酸なり。

(a)  $\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  (346頁664頁参照)

鹽酸 苛性加里 鹽化加里 水



炭酸曹達 鹽化ナトリウム 炭酸瓦斯

(c)88頁 (d)225頁 666頁

116. 稀硫酸の50立方厘を中和するに濃度2モルなる苛性曹達溶液20立方厘を要したり稀硫酸の稀釋度を計算せよ

(三十九年東京高等師範)

(解) 中和の際に起る反應は



硫酸 苛性曹達  $(\text{H}_2\text{SO}_4=2+32+4\times16=98 \quad \text{NaOH}=23+16+1=40)$

2モルの苛性曹達の水溶液はその一立即ち1000c.c.の中に苛性曹達2瓦分子即ち2×40瓦を有するものなり故にその20c.c.中に有する苛性曹達の量は  $2\times40\times\frac{20}{1000}=1.6$  瓦にして之を中和するに要する硫酸の量は  $\frac{98}{2\times40}\times1.6=98\times\frac{2}{100}$  瓦なり而して之は稀硫酸50c.c.中に含まるる純硫酸の量なればその一立(1000c.c.)中には  $98\times\frac{2}{100}\times\frac{1000}{50}$  瓦の純硫酸を有すべきなり之を瓦分子の數に改算すれば

$$\left(98\times\frac{2}{100}\times\frac{1000}{50}\right)\times\frac{1}{98}=\frac{2}{5}\text{瓦分子となる}$$

依てその稀硫酸の濃度は  $\frac{2}{5}$ モルにしてその稀釋度(濃度の逆數)は  $\frac{5}{2}=2.5$ 立なり。

117. アンモニアの分子式  $\text{NH}_3$  なりきは如何なる事實を表するか (同校)

(解)  $\text{NH}_3=14+3=17$  なるによりアンモニアは窒素-原子量(14)と水素三原子量(3)との割合にて化合せる物質にしてその一瓦分子は17瓦その水素に対する比重は  $\frac{17}{2}=8.5$  なるを示す

118. 炭素、水素及び酸素を含有する化合物の組成は炭素40.0水

素6.7酸素53.3にして其分子量60なり其化合物の分子式を求む

(同年陸軍士官候補生)

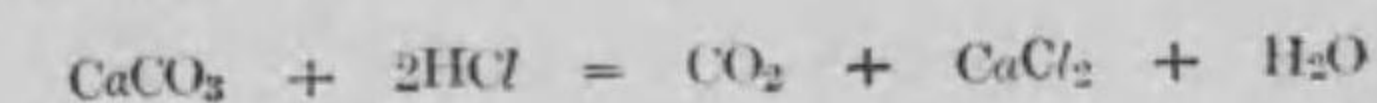
$$\begin{array}{l} \text{(解) 炭素} \frac{40}{12}=3.3 \quad 1 \\ \text{水素} \frac{6.7}{1}=6.7 \quad 2 \\ \text{酸素} \frac{53.3}{16}=3.3 \quad 1 \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{故に實驗式 } \text{CH}_2\text{O} \\ \text{CH}_2\text{O}=12+2\times1+16=30 \\ \frac{60}{30}=2 \text{ 故に分子式 } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \end{array} \right\}$$

119. 次の場合に於て生ずる物質を記せ (同年女子高等師範)

(イ)石灰石に鹽酸を注加す (ロ)鹽化水素とアンモニアを混す

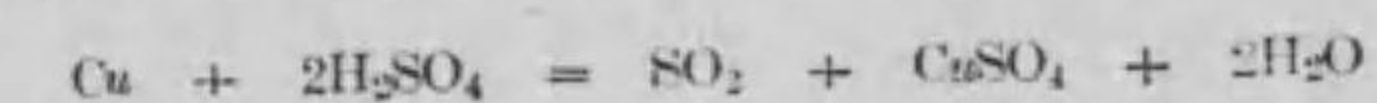
(ハ)銅片に濃硫酸を加へて熱す

(解)(イ)炭酸瓦斯  $\text{CO}_2$  と鹽化カルシウムの水溶液  $(\text{CaCl}_2+\text{H}_2\text{O})$



(ロ)鹽化アンモニウム  $(\text{NH}_4\text{Cl}) \quad \text{HCl}+\text{NH}_3=\text{NH}_4\text{Cl}$

(ハ)亞硫酸瓦斯  $\text{SO}_2$  と硫酸銅の水溶液  $(\text{CuSO}_4+2\text{H}_2\text{O})$

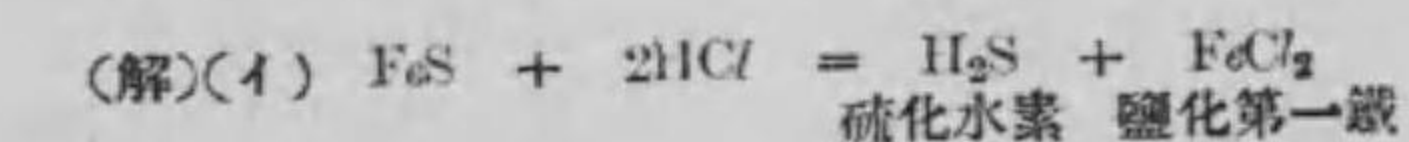


120. 次記の場合に於ける化學變化如何方程式を以て之を示せ

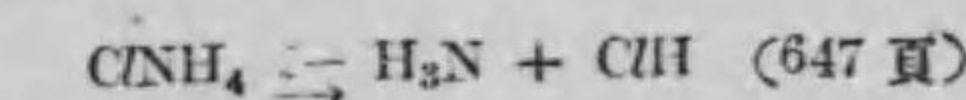
(同年海軍機關)

(イ)硫酸第一鐵に稀鹽酸を注きたるとき

(ロ)沃化カリウムと過酸化<sup>マンガン</sup>錳を混じ之に硫酸を加へて熱したるとき(214頁)



121. 次の式の意義を説明せよ (同年水産講習所)

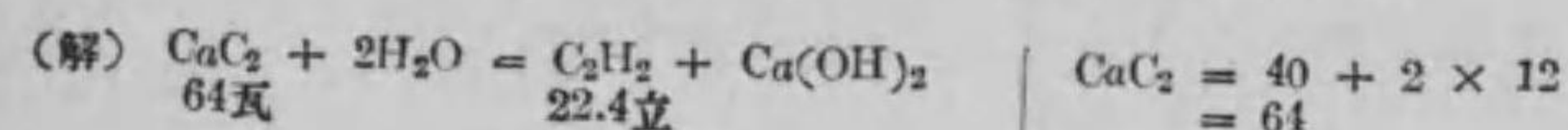
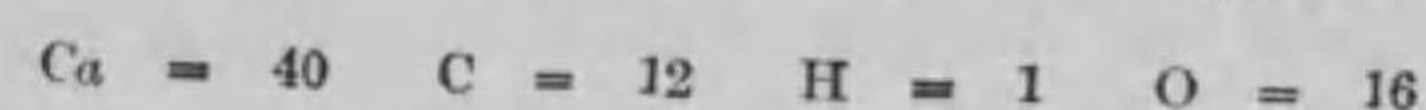


122. 酸及鹽基を説明し且つ中和とは酸の「水素イオン」と鹽基の「水酸イオン」と合して水を生ずる反應なることを示せ (同上)

(解) 202頁 663頁

123. 炭化カルシウム100グラムを水に投じて得らるるアセチ

アセチレンは標準状態にて幾リートルなるか (四十年高等學校)

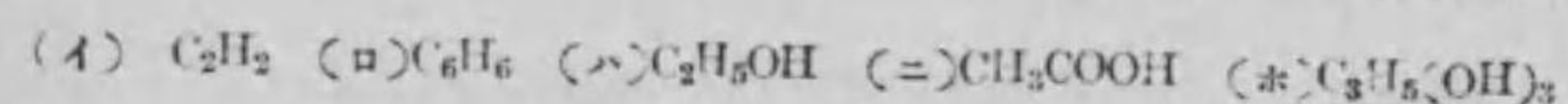


即ち炭化カルシウム(CaC<sub>2</sub>)64瓦を用ひてアセチレン22.4立を得らるべき割合なり故に100瓦の炭化カルシウムより得べきアセチレンの體積は

$$\frac{22.4}{64} \times 100 = 35 \text{ リートルなり。}$$

124. 下記の分子式を有するものの名稱を記せ

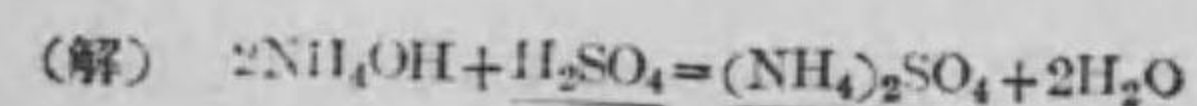
(四十年東京高等商業)



(解) (イ)アセチレン (ロ)ベンゼン (ハ)エチルアルコール(アルコール又酒精) (ニ)醋酸 (ホ)グリセリン

125. アンモニア液を以て百グラムの純粋の硫酸を中和すれば幾許量の硫酸アンモニウムを得べきか (同年長崎高等商業)

但し原子量は H=1 O=16 N=14 S=32 として計算すべし。



によれば硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>=2×1+32+4×16=98瓦)を用ひて硫酸アンモニウム[(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>=2×(14+4)+32+4×16=132瓦)を得べき割合なり故に100瓦の硫酸にて得らるべき硫酸アンモニウムの量は

$$\frac{132 \times 100}{98} = 134.7 \text{ 瓦なり。}$$

126. 次の場合に起る化學變化を方程式にて示せ

(同年仙臺高等工業)

(a) 鹽酸を石灰水にて中和するとき

(b) 赤熱せる酸化銅に水素を通ずるとき

(c) 鹽酸の溶液に鉄片を投ずるとき

(d) 酒精を燃すとき

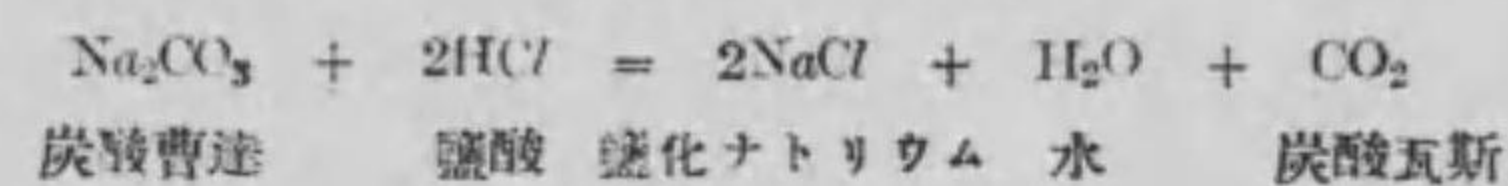
(解) (a) 2HCl+Ca(OH)<sub>2</sub>=CaCl<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O (b) 432頁

(c) 鹽酸の溶液は硫酸銅を有す, 453頁 (d) 498頁

127. 炭酸曹達の飽和溶液を造りて (A) リトマス試験紙の上  
に滴下したるとき (B) 鹽酸を注加したるとき (C) 次第に冷却し  
たるとき (D) 次第に熱したるとき (E) 無色の焰に一小滴を落  
したるとき起るべき現象を述べよ (同年名古屋高等工業)

(解) (A) 赤色リトマス試験紙を青變す

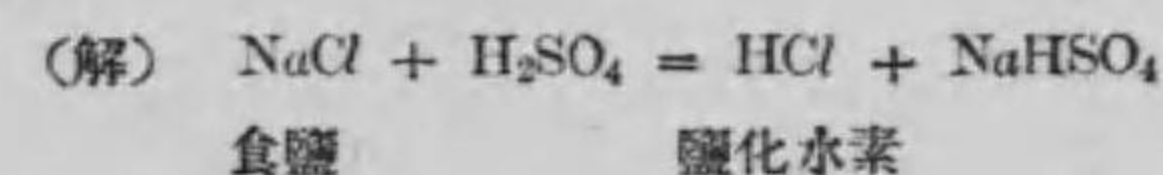
(B) 炭酸瓦斯を發出し鹽化ナトリウム溶液を生ず



(C) 炭酸曹達の結晶 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O を析出す

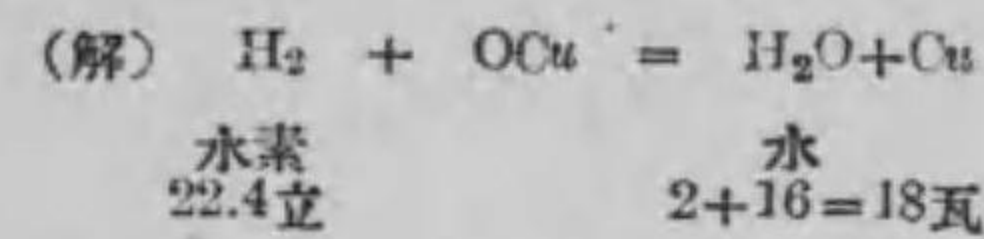
(D) 次第に水分蒸發するに従ひ炭酸曹達の他の結晶 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O  
を析出す (E) 焰に黄色を帯びしむ

128. 貳割の石英砂を混和したる食鹽百瓦と濃硫酸とを用ひ  
て五割の水を含有したる鹽酸幾瓦を造ることを得べきか之が計  
算の方法を併記せよ但原子量はナトリウム23水素1鹽素35.5と  
す。 (同上校)



によれば食鹽 NaCl=23+35.5=58.5瓦を用ひて鹽化水素 HCl=1+35.5  
=36.5瓦を得べきなり。今二割の石英を混和したる食鹽百瓦は純  
食鹽80瓦を有す之を用ひて得らるべき鹽化水素の量は  $\frac{36.5}{58.5} \times 80 =$   
50瓦(約なれば之を含有する鹽酸(五割の水を有す)の量はその倍  
なる百瓦(約)なり。

129. 温度27度気圧74種の時水素10立あり之を酸化銅によりて完全に酸化すれば幾瓦の水を得べきか(四十年東京高等師範)



即ち水素22.4立(0°C, 76種の時)を完全に酸化すれば18瓦の水を得べきなり。次に27°C, 74種の時の水素10立を0°C, 76種の時々の體積に改算すれば $10 \times \frac{74}{76} \times \frac{273}{273+27}$ 立となる。故に此體積の水素の完全酸化によれる水の量は $\frac{18}{22.4} \times 10 \times \frac{74}{76} \times \frac{273}{273+27} = 7.12$ 瓦

130. 次に分子式を以て示す各物質の常温に於ける状態及水に對する作用を問ふ。AgCl, PCl<sub>3</sub>, Br<sub>2</sub>, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (同校)

(解) AgCl 鹽化銀は白色の固體にして水に溶けず。PCl<sub>3</sub> 三鹽化磷は無色の液體にて水中に入れば分解して鹽酸と亞磷酸を生ず  $\text{PCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$

H<sub>2</sub>S 硫化水素は無色悪臭の氣體にして水に溶けて弱酸性の溶液(硫化水素水)を造る。Br<sub>2</sub> 臭素は赤褐色の液體水に少しく溶けて臭素水を造る。CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 膽礬は青色の結晶體水に溶解して青色の液を造る。

131. 次に記する符號の意義如何 (イ)Cl<sub>2</sub> (ロ)Cl<sup>+</sup> 或は Cl<sup>-</sup> (同校)

(解) (イ) 鹽素單體の分子式にして鹽素の一分子量は鹽素の二原子量よりなるを示す。(ロ) 鹽素イオンを示しその一價の陰イオンなるを示す。

132. 次の場合には如何なる變化を生ずるか

(四十一年第一高等學校)

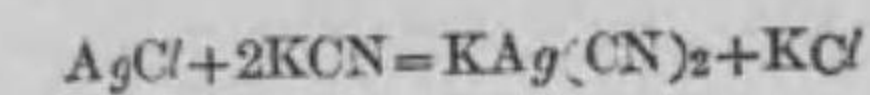
(イ) アルミニウム片を稀硫酸中に投ずるとき

(ロ) 鹽化銀にチヤン化カルシウムの溶液を加ふるとき

(ハ) 石油を燃焼するとき

(ニ) 石灰水に炭酸瓦斯を漸次に通ずるとき

(解) (イ) 374頁 (ロ) 鹽化銀 AgCl は此の溶液に溶解すべし之れ銀チヤン化カリウム KAg(CN)<sub>2</sub> なる可溶性の錯鹽を生ずるによる。



(ハ) 石油は種々の炭化水素の混合物なり故に之を完全に燃焼(空氣中に於て)するときには炭酸瓦斯と水蒸氣を生ずべし若し空氣の供給不充分なる所にて燃焼するときには此の外に幾分か酸化炭素の煤烟(炭素の微粒)を生ず (ニ) 57頁

133. 壓力760ミリメートル温度攝氏17°Cのとき58立方センチメートルのメタンあり之を爆鳴せしむるには標準状態に於ける酸素幾立方センチメートルを要するか (同校)

(解) 壓力760種温度17°Cのときの58立方センチメートル(c.c.)を標準状態(壓力760種温度0°C)に於ける體積に改算すれば

$$58 \times \frac{273}{273+17} = 54.6 \text{ c.c. となる。メタン爆鳴の時起る變化の方程式}$$

$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  によればメタン 54.6 c.c. を爆鳴メタン一容 酸素二容 せしむるに要する酸素の體積はその二倍なる 109.2 c.c. なり

134. 次の場合に起る反應を方程式にて記せ

(同年第六高等學校)

(イ) 強硝酸に強鹽酸を加へたるとき

(ロ) 食鹽水に重炭酸アンモニウムを加へたるとき

(ハ) 鹽化第二水銀に鹽化第一錫を加へたるとき

(ニ) 二酸化マンガンに鹽酸を加へたるとき

(解) (イ) は王水にして 458頁 (ロ) 重炭酸アンモニウムは炭酸水

素アンモニウムに於て352頁 (ハ)415頁 (=)二酸化マンガンは過酸化マンガンの事に於て73頁

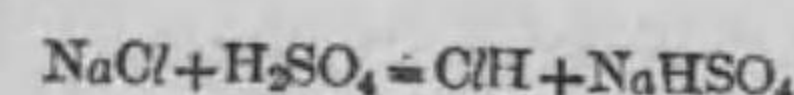
135. 下の諸物が空気中にて完全に酸化する時の反応式を記せ  
(同年第七高等學校)

(イ)硫化水素 (ロ)メタン (ハ)砒化水素

(解) (イ)241頁 (ロ)476頁 (ハ)277頁

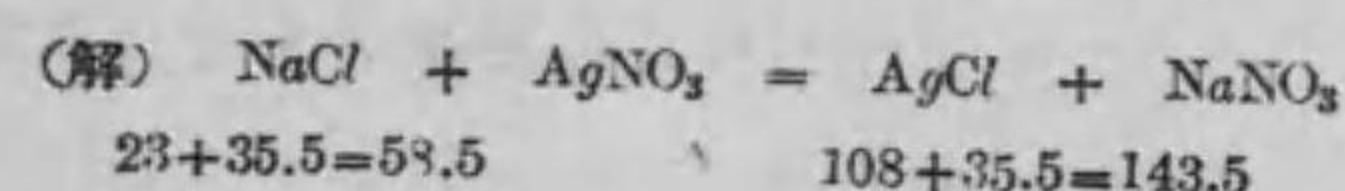
136. 40%のCHを含有する鹽酸14.6瓦を得んには幾瓦の食鹽を要するか但しH=1 Cl=35.5 Na=23とす (同年専門學校檢定)

(解) 此の鹽酸14.6瓦中にあるCHの量は  $14.6 \times \frac{40}{100} \times 1000 = 5840$  瓦なり。



即ち鹽化水素(CH=35.5+1)=36.5瓦を得んには食鹽(NaCl=23+35.5=)58.5瓦を要する割合なれば鹽化水素5840瓦を得るに要する食鹽の量は  $\frac{58.5 \times 5840}{36.5} = 9350$  瓦=9.35瓦なり。

137. 食鹽溶液10立方センチメートルを取り硝酸銀溶液を加へしに0.7175グラムの鹽化銀を得たり然らば此の食鹽溶液の濃度如何但しAg=108 Na=23 Cl=35.5とす (同年東京高等商業)

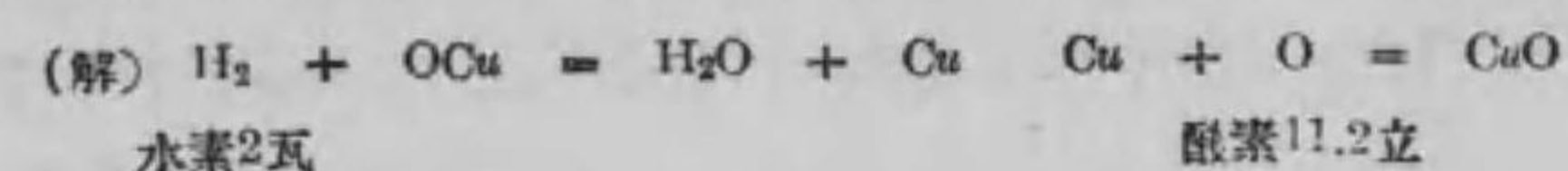


故に0.7175グラムの鹽化銀AgClを得るに要せし食鹽NaClの量は  $\frac{58.5}{143.5} \times 0.7175$  グラムにして此の量は食鹽溶液10c.c.中に含有せら

るなり故に此の溶液一立(即ち1000c.c.)中にある食鹽の量は  $\frac{58.5}{143.5} \times 0.7175 \times \frac{1000}{10} = 58.5 \times \frac{1}{2}$  グラムにして之を食鹽(分子量58.5)の瓦

分子の數に改算せば  $58.5 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{58.5} = 0.5$  瓦分子となる故に此の溶液の濃度は0.5モルなり。

138. 水素10グラムを以て酸化銅より還元したる銅を酸化せしむるには幾リットルの酸素を要するか (同年東京高等工業)



即ち水素2瓦に對して酸素11.2立を要する割合なれば水素10グラムの時に要する酸素の容積は  $11.2 \times \frac{10}{2} = 56$  立なり。

139. メタン瓦斯(沼氣)160瓦が15°C.1.3氣壓に於て有する容積を算出せよ (同年大阪高等工業)

(解) メタンの分子式はCH<sub>4</sub>にして分子量は12+4×1=16なればその16瓦(一瓦分子)の容積は0°C.一氣壓に於て約22.4立を有す故にメタン160瓦が0°C.一氣壓に於て有する容積は224立(約)にして15°C.1.3氣壓に於て有する容積は

$$224 \times \frac{1}{1.3} \times \frac{273+15}{273} = 181.8 \text{ 立(約)なり。}$$

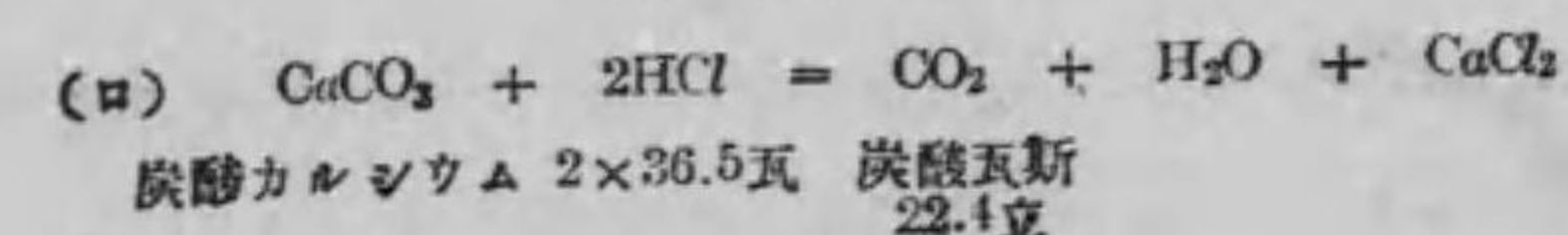
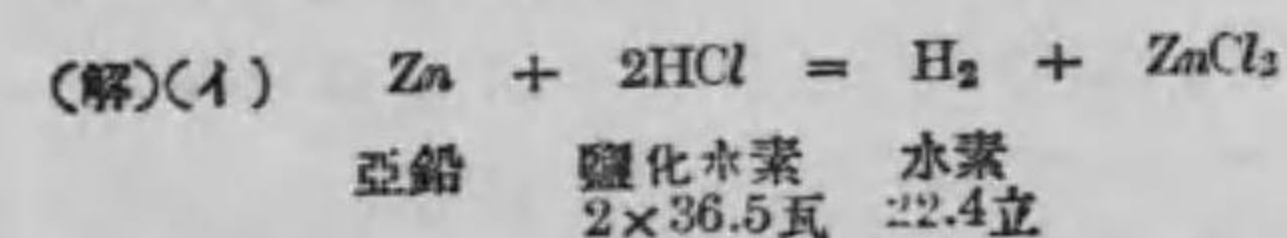
140. 硝酸銀を次の物質に加へたる時の結果如何

(イ)食鹽 (ロ)鹽酸 (ハ)鹽素酸カリウム (ニ)鹽化カリウム

(解)(イ),(ロ),(ニ)は何れも水溶液に於て鹽化銀の白澱を生ずるも(ハ)の場合は白澱を生ぜず665頁663頁 (同年東京高等師範)

141. 20%のHClを含有せる鹽酸5)グラムを次の各物質に作用せしめて得たる各瓦斯の容積は零度760ミリメートルに於て幾リットルを占むるか (同年水産講習所)

(イ)亞鉛 (ロ)炭酸カルシウム 但Cl=35.5 H=1とす





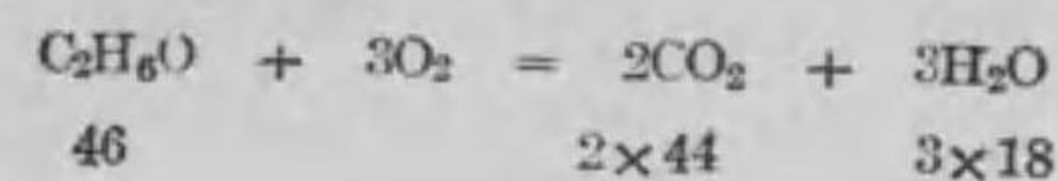
故に(4)の水素(ロ)の炭酸瓦斯の容積は全く等しきを知る。20%のHClを含有する鹽酸50グラム中にある鹽化水素の量は $50 \times \frac{20}{100} = 10$ 瓦にして之を用ひて生ずべき瓦斯(水素又は炭酸瓦斯)の容積は

$$\frac{22.4}{2 \times 36.5} \times 10 = 3.07 \text{ 立なり。}$$

142. エチルアルコール(酒精) 138瓦を完全に燃焼するとき生ずる物質の名稱及び重量を問ふ又此時生ずる物質は温度零度壓力760托に於て幾リツトルの體積を有するか

(四十二年専門學校檢定)

(解) 生ずる物質は炭酸瓦斯及び水蒸氣(水)なり



$$\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 2 \times 12 + 6 \times 1 + 16 = 46 \quad \text{CO}_2 = 12 + 2 \times 16 = 44 \quad \text{H}_2\text{O} = 2 \times 1 + 16 = 18$$

より見れば酒精46瓦より生ずる炭酸瓦斯は $2 \times 44$ 瓦にして水蒸氣は $3 \times 18$ 瓦なり故に酒精138瓦を用ふれば

$$\text{炭酸瓦斯} \frac{2 \times 44}{46} \times 138 = 264 \text{ 瓦} \quad \text{水蒸氣(水)} \frac{3 \times 18}{46} \times 138 = 162 \text{ 瓦を生ず}$$

次に炭酸瓦斯44瓦(一瓦分子)は約22.4立の容積を占む依て此の264瓦の有する體積は $\frac{22.4}{44} \times 264 = 131.4$ リートル

又た一瓦の水は攝氏0°にて約一c.c.の容積を有す故に162瓦の水は162c.c.(約)即ち0.162リートル(約)の體積を占む。

143. 黄鐵礦1.02グラムを取り分析せし結果3.4537グラムの硫酸バリウムを得たり然る時は此鐵石百分中幾何の硫黄を含有するか  
但 Ba = 137 S = 32 (同年東京高等商業)

(解)  $\text{BaSO}_4 = 137 + 32 + 4 \times 16 = 233$  ならば硫酸バリウム233瓦中には硫黄32瓦を含む依て硫酸バリウム3.4537瓦中にある硫黄の量は $\frac{32}{233} \times 3.4537$ 瓦なり。此の硫黄の量は黄鐵礦1.02瓦の中にあるな

り故に此鐵石百分中に含有する硫黄の量は

$$\frac{32}{233} \times 3.4537 \times \frac{100}{1.02} = 46.5 \text{ 瓦}$$

144. 一壺あり之を真空にして攝氏15度氣壓756托にて秤量するに其重さ153.679瓦なり之を同温度同壓にて鹽素瓦斯を充たしたる重さは156.844瓦にして酸素瓦斯を充たしたる重さは155.103瓦なり鹽素の分子量を問ふ但し酸素の分子量は32なり

(同年東京高等工業)

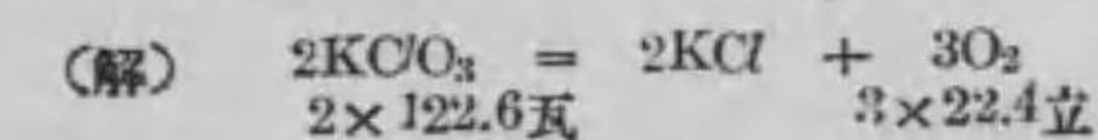
(解)  $156.844 - 153.679 = 3.165$  瓦は鹽素の重さ

$$155.108 - 153.679 = 1.429 \text{ 瓦は酸素の重さ}$$

此等は同體積のものなれば鹽素の酸素に対する比重は $\frac{3.165}{1.429}$ に

して鹽素の分子量は $\frac{3.165}{1.429} \times 32 = 70.87$ なり。

145. 三立半入れの壺に酸素を充たさんとす幾何瓦の鹽素酸カリウム(分子量122.6)を用ふべきか但し酸素の體積は零度一氣壓の下に於て測る (同年東京高等師範)



即ち酸素 $3 \times 22.4$ 立を得んには鹽素酸カリウム $2 \times 122.6$ 瓦を要す依て酸素3.5立を造るに必要な鹽素酸カリウムの量は

$$2 \times 122.6 \times \frac{3.5}{3 \times 22.4} = 12.8 \text{ 瓦なり}$$

146. 18瓦の炭素を完全に燃焼せしめんには何リートルの空氣を要すべきや但空氣は21%容積の酸素を含むものとして計算すべし。 (同年水産講習所)



により炭素12瓦を完全に燃やすには酸素の22.4立を要すべきを見る故に炭素18瓦のときの酸素は $\frac{18}{12} \times 22.4 = 33.6$ 立なり而して此

の酸素を含む空気の容積は

$$33.6 \times \frac{100}{21} = 160 \text{ リートルなり。}$$

147. 水より水素を製する方法を問ふ

(解) ナトリウムを以て水を分解する法(19頁), 鐵を以て水を分解する法(398頁), 電流にて水を分解する法(20頁)

148. 空気中より酸素を採取する方法及び水より酸素を製する方法を問ふ

(解) 酸化バリウムを用ふる法(227頁) 液體空氣を用ふる法(705頁) 電流にて水を分解する法(20頁)

149. 空氣窒素の固定とは何ぞ空氣より硝酸及び石灰窒素を造る方法を説明せよ(711頁 712頁)

150. 空氣を原料として硫酸アンモニウムを製する方法を問ふ。

(解) 先づ石灰窒素を造りアンモニアを發生せしめて之を硫酸に吸収せしむべし(712頁)又は直にアンモニアを製し之を硫酸に吸収せしむ(713頁)

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)  $-13 \times \frac{9}{5} + 32 = 8.9^{\circ}\text{F}$        $-13 \times \frac{4}{5} = -10.4^{\circ}\text{R}$        $273 - 13 = 260^{\circ}\text{A}$
2. (甲)  $(65 - 32) \times \frac{5}{9} = 18.3^{\circ}\text{C}$        $(65 - 32) \times \frac{4}{9} = 14.7^{\circ}\text{R}$        $273 + 18.3 = 291.3^{\circ}\text{A}$   
 (乙)  $(24 - 32) \times \frac{5}{9} = -4.4^{\circ}\text{C}$        $(24 - 32) \times \frac{4}{9} = -3.6^{\circ}\text{R}$        $273 - 4.4 = 268.6^{\circ}\text{A}$   
 (丙)  $(-40 - 32) \times \frac{5}{9} = -40^{\circ}\text{C}$        $(-40 - 32) \times \frac{4}{9} = -32^{\circ}\text{R}$        $273 - 40 = 233^{\circ}\text{A}$
- ∴ (甲)  $400 - 273 = 127^{\circ}\text{C}$        $127 \times \frac{9}{5} + 32 = 260.6^{\circ}\text{F}$        $127 \times \frac{4}{5} = 101.6^{\circ}\text{R}$   
 (乙)  $200 - 273 = -73^{\circ}\text{C}$        $-73 \times \frac{9}{5} + 32 = -99.4^{\circ}\text{F}$        $-73 \times \frac{4}{5} = -58.4^{\circ}\text{R}$   
 (丙)  $0 - 273 = -273^{\circ}\text{C}$        $-273 \times \frac{9}{5} + 32 = -459.4^{\circ}\text{F}$        $-273 \times \frac{4}{5} = -218.4^{\circ}\text{R}$
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

$$\begin{aligned} V &= 22.4 & P &= 76 & t &= 0 \\ V_1 &= 21.73 & P_1 &= 76.5 & t_1 &= x \end{aligned}$$

を入れて x を計算すべし

$$x = \frac{21.73}{22.4} \times \frac{76.5}{76} \times 273 - 273 = -6.04$$

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

$$y = \frac{22.4}{22} \times 76 \times \frac{273+10}{273} = 80.2 \text{ 厘}$$

7. 同じ式中には

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

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

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

$$(乙) \quad t_1 = -5 \quad P_1 = 75 \quad V_1 = y$$

$$y = 1 \times \frac{76}{75} \times \frac{273-5}{273} = 0.995 \text{ 立}$$

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

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

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

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

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

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

8. 同じ式中に

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

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

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

$$\therefore y = \frac{0.892}{1} \times \frac{76 \times (1 + \frac{1}{4})}{76} \times 273 - 273 = 31.64$$

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( $z$ )は

$$z = V_1 \times 1.43 \text{ 瓦なり}$$

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

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

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

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

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

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

$$(丁) \quad t = (85-32) \times \frac{5}{9} = 29.4$$

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

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

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

$$\therefore y = \frac{0.9}{0.4864} \times 1 \times \frac{76}{75} \times \frac{273+13}{273} = 1.96 \text{ 瓦}$$

(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) 
$$\frac{100}{0.073} \times \frac{76.3}{2 \times 76} \times \frac{273-4}{273+12} = 640 \text{ c.c.}$$

(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  $\begin{cases} \text{窒素} 79 \text{ 容} \\ \text{酸素} 21 \text{ 容} \end{cases}$   
水  $\begin{cases} \text{水素} 2 \text{ 容} \\ \text{酸素} 1 \text{ 容} \end{cases}$

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  $0.21 \times 2 = 0.42$  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殘留し  
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殘る  
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

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

さ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立を零度に於ける體積に改算すれば

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

さ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. 化合せずに殘る窒素の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

化合せしに殘る水素の 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

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

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

故に  $0^{\circ}\text{C}$  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( $13^{\circ}\text{C}$ , 74.8cm)を標準溫度及壓力に於けるものに改算すれば

$$376.992 \times \frac{74.8}{76} \times \frac{273}{273+13} = 351.17 \text{ c.c.}$$

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

$$0.48 \times \frac{1000}{351.17} = 1.36 \text{ gr.} = \text{答}$$

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( $15^{\circ}\text{C}$ , 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.

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

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

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

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

此の空氣の體積( $23.9^{\circ}\text{C}$ , 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.

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

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

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

故に此の箱の容積( $15.6^{\circ}\text{C}$ , 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と

$$\frac{1}{14.4} \text{ 倍}$$

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 厘のと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 厘のと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 厘のと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

$$0.15 \times \frac{273}{273+18} \times 8.5 \times 0.09 = 0.103 \text{ 瓦}$$

なり

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

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

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

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

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

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x 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)とせば此と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 =  $\frac{\text{炭酸瓦斯の密度}}{\text{水素の密度}} = 22$

$$\text{酸素の水素に対する比重} = \frac{\text{酸素の密度}}{\text{水素の密度}} = 16$$

故に、 $\frac{\text{炭酸瓦斯の密度}}{\text{水素の密度}} \times \frac{\text{水素の密度}}{\text{酸素の密度}} = \frac{\text{炭酸瓦斯の密度}}{\text{酸素の密度}} = \text{炭酸瓦斯の酸素に}$

$$\text{対する比重} = \frac{22}{16} = 1.375$$

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 なるとき氣体の體積 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)

今氣體に加ふる壓力が P より P' に變じたるが爲めその體積が V より V' に變じ従てその密度(單位體積の質量)が d より d' に變じたりせば質量は不變(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. 本文章141頁の(1)式の中に

$$W=1.35 \quad V=0.7296 \quad t=13 \quad P=75$$

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

$$\text{分子量} = 36.5 = \frac{1 \times 76 \times (273+50)}{1.4298 \times x \times 76 \times 273} \times 32$$

$$\therefore x = \frac{1 \times (273+50)}{1.4 \cdot 98 \times 273} \times 32 \times \left(\frac{1}{36.5}\right) = 0.7255 \text{ 立}$$

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。

$$\text{分子量} = \frac{y \times 76 \times (273+25)}{1.4298 \times 1 \times 76.3 \times 273} \times 32$$

$$\therefore y = 17 \times \frac{1.4298 \times 1 \times 76.3 \times 273}{76 \times (273+25)} \times \frac{1}{32} = 0.699 \text{ 瓦}$$

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15度、壓力75.8mm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同一なるを以て(第133頁(ホ)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

$$32 = \frac{x \times 76 \times (273 + 35)}{1.4298 \times 0.15 \times 76 \times 273} \times 32$$

$$\therefore x = \frac{1.4298 \times 0.15 \times 273}{273 + 35} = 0.10 \text{ 瓦}$$

### 第 144 頁

1. 第141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

$$36.5 = 1 \times \frac{22.4}{x} \times \frac{76}{76} \times \frac{273 + 50}{273}$$

$$\therefore x = \frac{1}{36.5} \times 22.4 \times \frac{273 + 50}{273} = 0.36 \text{ 立}$$

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

$$17 = y \times \frac{22.4}{1} \times \frac{76}{76.3} \times \frac{273 + 25}{273}$$

$$\therefore y = 17 \times \frac{1}{22.4} \times \frac{76.3}{76} \times \frac{273}{273 + 25} = 0.603 \text{ 瓦}$$

### 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( $3 \times 4 = 12$ )

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

$$\text{窒素} \frac{\frac{14}{3}}{1 + \frac{14}{3}} \times 100 = \frac{14}{17} \times 100 = 82.4$$

$$\text{水素} \dots\dots\dots 100 - 82.4 = 17.6$$

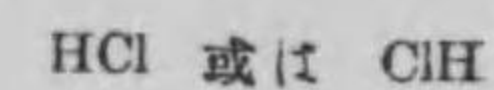
4. 酸素の一瓦分子(32瓦)の體積は標準温度及壓力に於て22.4立なるを以てその一瓦原子(16瓦)の體積は此の二分の一即ち11.2立なり之を15°C, 75.5cmのときに改算すべし

$$11.2 \times \frac{76}{75.5} \times \frac{273+15}{273} = 11.9 \text{ 立}$$

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  $\text{CO}_2$  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

炭酸瓦斯一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 量に

$$\text{炭素} \frac{12}{44} \times 100 = 27.27 \text{ 量}$$

$$\text{酸素} 100 - 27.27 = 72.73 \text{ 量}$$

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  $\text{NO}_2$ ) 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 瓦なれ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

	原子量の数の割合
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

故に 炭素  $\frac{42.86}{12} = 3.57$  原子量の数の割合  $\frac{1}{1}$

酸素  $\frac{57.14}{16} = 3.57$   $\frac{1}{1}$

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  $\times 32 = 0.875 \times 32 = 28$  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  $C_2H_6O$  なるを以てその組成は

炭素(C)二原子量  $12 \times 2 = 24$   
 水素(H)六原子量  $1 \times 6 = 6$  の割合  
 酸素(O)一原子量  $\dots\dots 16$   
 和 46

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  $CO_2$  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. 當量の比にて単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

$$\text{窒素の一當量即ち} 4 \times \frac{2}{3} = \frac{14}{3}$$

酸素の一當量即ち  $\dots\dots 8$

$$\text{今} \frac{14}{3} : 8 = 14 : 24$$

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

窒素 14 量即ち一原子量  $\dots\dots$  二原子量 } の割合  
 酸素 24 量即ち 1.5 原子量  $\dots\dots$  三原子量 }

依てその化学式は  $N_2O_3$  又は  $O_3N_2$  なり

6 (イ)  $Cl_2 = 2 \times 35.5 = 71 =$  分子量, 71 瓦 = 一瓦分子

$$\text{その酸素に対する比重} = \frac{71}{32} = 2.2$$

(ロ)  $NH_3 = 14 + 3 \times 1 = 17 =$  分子量, 17 瓦 = 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)の體積は標準温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

$$(イ) N_2 = 28 = M \therefore V = \frac{22.4}{28} = 0.8 \text{ 立(約)}$$

$$(ロ) CH_4 = 12 + 4 \times 1 = 16 = M \therefore V = \frac{22.4}{16} = 1.4 \text{ 立(約)}$$

8. 氣體の一瓦分子(M瓦)の體積は  $15^\circ C, 75.6$  匁に於て

$$22.4 \times \frac{76}{75.6} \times \frac{273+15}{273} = 23.8 \text{ (約)}$$

故にその一瓦の體積(V)は同じ温度及び壓力に於て

$$V = \frac{23.8}{M} \text{ 立(約) } M = \text{分子量}$$

(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  $V'=150 \text{c.c.} = 0.15 \text{立}, P=75, t=130$

$$M = H_2O \text{ の表はす数} = 2 + 16 = 18$$

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  $a = c \dots\dots\dots (1)$

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  $2b = 4c + e$  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  $b = 2c = \frac{8}{3}a \text{ [(5)より]} \dots\dots\dots (6)$

(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

