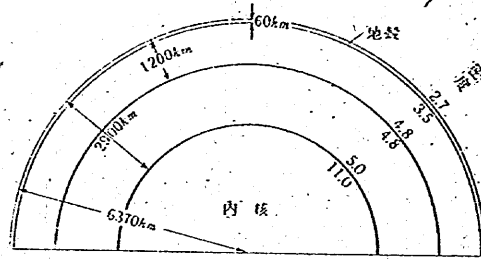


して行くこと
ができる。こ
れまでの研究
によると、地
球の内部は大
體圖に示した
やうに、異な



る物質が重なり合つて出来てゐる。その内核は、いろいろなこ
とから考へて、主として鐵とニッケルとの灼熱體であるとされ
てゐる。

六 火 山

地表では侵蝕・堆積・隆起・沈降の作用が行なはれてゐるが、
又一方ではところどころに火山があり、噴火して地貌を變化さ
せてゐる。現在活動してゐたり、又その記録が残つてゐたりし
なくても、嘗て古代に噴火した證據のある所がたくさんある。

火山は、地下の深い所から高温の熔岩が流れ出したり、灰や
岩塊が投げ出されたり、或は又元來そこにあつた岩石が吹き飛
ばされたりして、それらが積み重なつて山をなしてゐるもので
ある。噴き出す岩石の種類や噴火の様子などによつて、いろい
ろな形の火山が出来る。熔岩のほかに、火山から噴出する主な
物には、水蒸氣・塩化水素・硫化水素などの氣體や、火山彈・
火山礫・火山灰などの碎片物がある。

火山も常に侵蝕を受けてゐるから、次第に谷が刻まれ、火山

中等物象

三

文部省調査局刊行課寄贈

文 部 省

[中] ¥ .50

(81)



昭和21年5月17日印刷 内務省印刷局
 昭和21年5月21日發行 同日精刻發行 定價 50 錢
 [昭和21年5月21日 文部省検査済]

著作権所有

著 作 者

文 部 省

東京府神田區岩本町三番地

翻 刻 者

中等學校教科書株式會社

代 表 者

加 野 庄 吾

東京府足立區市谷加賀町一丁目十二番地

印 刷 者

大 日 本 印 刷 株 式 會 社

代 表 者

佐 久 間 長 吉 郎

APPROVED BY MINISTRY
 OF EDUCATION
 (DATE May 17, 1946)

發行所 中等學校教科書株式會社

教科書審読 81ノ三

		1
七	火成岩	32
八	變成岩	33
九	地下資源	34

金屬とその化合物

一	鐵	37
二	銅	45
三	原子量・分子量	43
四	銀・金	54
五	鉛	59
六	アルミニウム	63
七	結晶系	69
八	カルシウム・マグネシウム	74
九	合金	79
十	電池	84

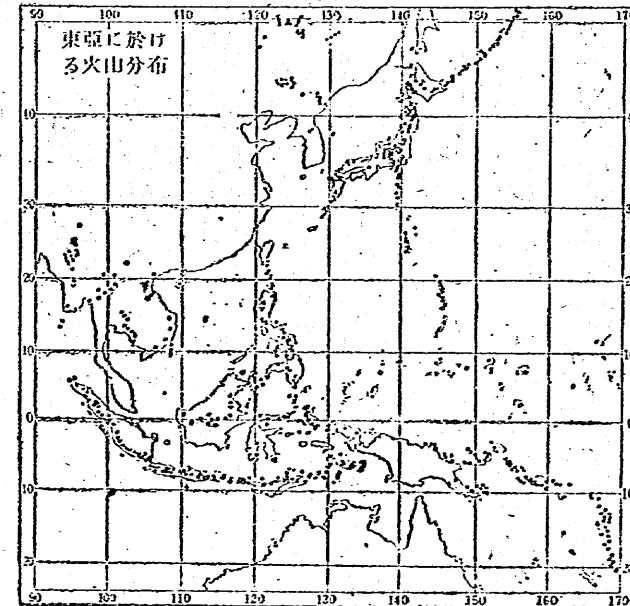
電 氣 と 磁 氣

一	電流と抵抗	91
二	電池の起電力	95
三	電 壓	99
四	電流の熱發生作用	101
五	磁 氣	105
六	電流の磁氣作用	111
七	磁界の中にある電流の受ける力	114

八 電 氣 ……	116
九 電磁誘導…	125
十 直流の発電機・電動機…	132
十一 交 流 ……	135

地中の高温の部分が地表に近くなり、熱い水が出て来るやうになる。その水も元來地中にあるものが出て来ることもあり、單に地表からしみ込んだ水がそれにまじつて出て来ることもある。わが國の温泉の大多數は後者に屬するものである。

問 火山は現在どのような地勢の所に多いか、下の圖に就いて調べよ。



七 火 成 岩

先に學んだやうに、沈積岩は泥や砂や礫が層狀に固まつて出来てゐる岩石である。しかし、花崗岩・流紋岩・玄武岩・安山岩・斑櫛岩などを見ると、さうではなくて、全體が一続きの塊となつてゐる。

實驗 これらの岩石をよく観察し、沈積岩とどういふ點が違ふかを調べよ。

上の實驗で見た通り、この種の岩石には層理がなく、小さな結晶やガラス質の物質などが緻密に集つて出来てゐるのである。小さな結晶は、石英・長石・雲母・角閃石・輝石・橄欖石などである。

火山から熔岩が地表に流れ出すと、冷えて固まる。玄武岩や安山岩や流紋岩などはこのやうにして固まつた物で、噴出岩といはれる。

しかし花崗岩や斑櫛岩などを見ると、全部結晶が集つて出来てゐて、ガラス質の部分はない。これらの差はどうして生じたのであらうか。地下のところどころに、岩漿と呼ばれる高温の液狀の物質があつて、それがゆつくり冷却して結晶を品出しつつあるが、これが熔岩として地表に噴出すれば、そのまま冷却して噴出岩を生じ、又これが地表に出る機会がなく、地下で各

1) 結晶とならずに無定形體となつた物をいふ。

成分がそれぞれ全部結晶して固まれば、花崗岩のやうに、ガラス質のない岩石が出来ると考へられる、噴出岩に對して、このやうな岩石を深成岩といふ。

噴出岩も深成岩も、いづれも岩漿が固まつて生じたもので、一括して火成岩といふ。

火成岩の成分にもいろいろな物がある。同じく噴出岩の中でも、流紋岩のやうに白っぽい物から玄武岩のやうに黒い物に至るまである。又流紋岩をとつてその全體としての成分を調べてみると、花崗岩の成分と似てをり、玄武岩の全體としての成分は、斑櫛岩の成分と似てゐる。これらの點からみると、岩漿にもいろいろな成分の物があり、又それが急に固まるか、ゆつくり固まるかといふ條件の相違によつて、上に挙げたやうな各種の火成岩が出来るのであると考へられる。このやうな立場から、火成岩をその成分と固まり方とに従つて分類すれば、次の表のやうに示すことができる。

	珪酸分の多いもの	珪酸分の少ないもの
噴 出 岩	流 紋 岩	玄 武 岩
深 成 岩	花 崗 岩	斑 櫛 岩

八 變 成 岩

既にわれわれは沈積岩・火成岩に就いて學んだが、そのいづれでもないやうな岩石を観察することがある。例へば、石灰岩と花崗岩とが相接してゐる所では、その境に近づくに従つて、

石灰岩がどこからともなく大理石に變つてゐる場合がある。この點から考へると、この大理石は、花崗岩が地下で生成された際に、その熱の影響などによつて、石灰岩が變質して生じたものであることが推察されるのである。

又片麻岩や結晶片岩などといはれる岩石は、廣い範圍に續いて分布してゐるが、その成分や性狀から、これらの岩石も、元來は火成岩や沈積岩であつたのであるが、それより上にある岩石による壓力や、又地殻の變動に伴ふ壓力などによつて、廣い範圍に亘つて、それらから變質して生じたものであると考へられる。それを作つてゐる礦物は、大體きまつた方向に沿つて排列してゐるので、片狀の組織が見える。

このやうに、熱や壓力の影響を受けたり質變などによつて、元の岩石から變質して、その性質や礦物組成の違つた岩石を生ずることがある。このやうな岩石を變成岩といふ。

九 地 下 資 源

問 重要な物資で、地下にその源を仰いでゐる物にどんな物があるか。これを數へ舉げてみよ。

既に石炭・石油などが、どのやうにして形成されるかを學んだが、このほかにもいろいろな作用によつて有用な物質が地下で生成される。礦物の集合體で有用な礦物を含むものを礦床といふ。

礦床の成因を調べると、次の二つに大別することができる。

(一) 岩漿の固結に關係のあるもの。

(二) 岩漿の固結に關係のないもの。

岩漿が地下で冷却する際に、その中に有用な礦物が晶出し、これが集つて礦床をなすことがある。冷却が進むと、岩漿の殘液には氣體が多く含まれ、それが周圍の岩石の割れ目などにはいり込んで、そこに礦床を形成する。錫礦床などは主にこのやうにして出来たものである。

岩漿の冷却が更に進むと、殘液は種々の成分を溶かした熱水となり、それが周圍の岩石の割れ目などにはいり込んで、溶けにくい成分から次第に沈澱するやうになる。多くの金屬礦床はこのやうにして生じたものである。又岩漿が周圍の岩石と接觸して、變質の作用によつて礦床を生ずることもある。銻石の鐵礦などは、花崗岩と石灰岩との接觸部に生じたものである。

岩漿の固結に關係のない礦床にも、種々のものがある。ニールカレドニヤのニッケル礦の如きは、地表からの天水がニッケルを僅か含んでゐる岩石の中に滲み込み、これを溶かし、割れ目に沿つて再びそれを沈澱して生じたものである。又浅い海や湖沼などの底に、水に溶けてゐた成分が沈澱して礦層をなすことがある。岩塩層・石膏層・カリ層などはこのやうにして生じたものであり、又大規模な鐵礦層の中にもかうして生じたものがある。

岩石が地表に於いて風化され、遂に土壤に變化してしまふ間に、有用礦物だけが集中して取り残され、礦床をなすことがある。アルミニウムの原礦であるボーキサイトなどはその一例で

ある。又風化された岩石の細かな粒が氷に流されて行くうちに、比重の大きな物が集つて堆積することがある。砂金・砂鉄・砂錫などはこのやうにして生ずる。

岩漿の固結に係るある鉱床も、関係のない鉱床も、その後甚だしい地殻變動などを受けると、又性質を異にする鉱床に變成されることがある。鞍山の鐵礦、別子の銅礦などはその例で、いずれも變成岩中の鉱床である。

地下資源は、これを探査發見する必要があるので、そのためには地質の調査だけでなく、他のいろいろな方法が講ぜられてゐる。例へば、鐵礦床の附近では地磁氣の分布に異常があるから、その測定をすれば、密度の大きな岩石の上では、重力の分布に異常があるに相違ないから、その測定をすれば、いふやうな方法である。硫化金屬礦床の近傍には、それに起因する電流が流れてゐるに相違ないから電氣的な探査方法も採用されることがある。又火薬によつて地表に人工的小さな地震を起し、それが地下のいろいろな地層の面に當つて、反射したり屈折したりして来る有様を、地表に置いたたくさんの精密な地震計によつて調べるといふ方法は、石油や石炭の探査に利用されてゐる。

金屬とその化合物

鐵

(1) 鐵の製鍊

地下資源の中で最も重要なものの一つは鐵である。鐵は元素のままの状態で産出することは極めて稀であるが、化合物としては廣く存在する。しかし製鐵の原料として用ひるのは、數種のきまつた鐵石であつてそれは主に鐵の酸化物である。

鐵の需要が多いのは、いふまでもなく鐵材が他の金屬材料に比べてすぐれて強靱な性質をもつてゐるからである。

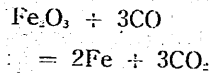
實驗一 製鐵の原料として用ひる赤鐵礦 Fe_2O_3 、褐鐵礦 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、磁鐵礦 Fe_3O_4 の外觀及び狀態を比較觀察せよ。

黃鐵礦 FeS_2 は廣く存在する鐵石であるが、製鐵には適しない。それは鐵の硫化物は酸化物に比べて製鍊が困難であるばかりでなく、製品の中に硫黄分が残留するために、その性質が悪くなるためである。

鐵の製鍊には熔鐵爐を用ひる。熔鐵爐には高さ 30—40 米、幅 7—8 米にも及ぶ巨大なものがある。爐の上方から鐵礦と共にコークスと融劑（主として石灰石 CaCO_3 ）とを交互に層狀に裝填し、爐の下部から熱風を吹き込んで、混合物を熱する。

1) 砂や土や岩石が黄色・褐色又は赤褐色をしてゐるのは、その中に含まれてゐる鉄分のためである。

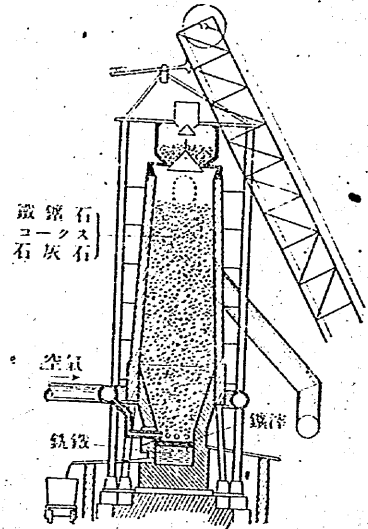
爐の中で起る變化は甚だ複雑であるが、先づ下部でコークスが燃焼して一酸化炭素を生ずる。この氣體が上昇すると、爐の中部で鐵礦と作用してこれを還元する。例へば次に示すやうな反應を起す。



還元によつて遊離した鐵は、炭素とまじつて爐の下部に溜る。これを爐の下の出口から流し出す。これが銑鐵であつて、その中には4%内外の炭素のほか、少量の珪素・マンガン・硫黄・燐などの不純物を含む。鑛石中の珪酸化合物は融劑と結合して比較的比重の小さな熔融物となり、上部に浮かんで来る。これがいわゆる鑛滓である。

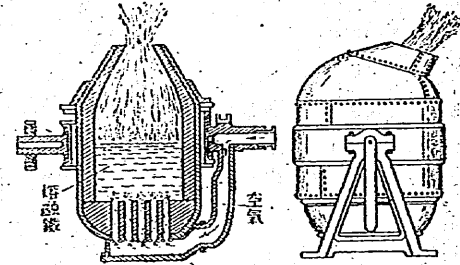
問一 熔鑛爐は連續的に操作し、内張りが破壊するまで中断してはならないといふ。何故であらうか。

銑鐵は硬いが脆く、折り曲げることができない。不純物の含量が多いために、純鐵に比べて融點が低く(約1100-1200度)、



鑄物の製造に適するので、鑄鐵とも呼ばれる。いろいろな機械・器具・日用品の製造などに用ひられる。

われわれが実際に最も多く用ひる鐵材は、弾性と強靱性とに富む鋼であるが、それは次のやうにして作られる。熔鑛爐から出た熱い銑鐵を、無水珪酸で内張りした鑄製の轉爐といふ爐に入れ、下方から高壓の空氣を吹き送つて灼熱する。この時、銑鐵の中に含まれてゐる炭素その他の不純物が燃焼し去る。この



方法で炭素の含量0.5-2%程度の物を得る。これが鋼である。

良質の鋼を作るには、今日多く平爐による方法を用ひる。

鋼は炭素の含量によつて性質の異なる物が出来るばかりでなく、いはゆる熱處理によつていろいろな特性を與へることが出来る。次に熱處理によつて鋼の性質がどんなに變るかを實驗してみよう。

實驗二 ばね又は縫針を赤熱して急に水の中に入れてみよう。このやうに處理した針は脆くなり、たやすく折れることがわかる。折れた所でガラスに傷をつけてみよう。又、この處

理をする前の物が、ガラスに傷をつけるかどうかを験せ。

次に上の脆くなつて硬さを増した物を再び熱して、今度はそのまま放置し、冷えてから折り曲げてみよ。又ガラスに傷をつけることができるかどうかを験せ。

このやうに一旦加熱した物は、急冷によつて硬さが増し、脆い物となるが、緩冷によつては硬さが減り、柔軟な物となる。急冷によつて硬さの増した物を作る操作を焼入れといふ。

しかし初めに用ひたばねのやうな弾性に富んだ物は、どうして出来るのであらうか。これには先づ焼入れによつて硬さを増した物を、十分注意して或るきまつた温度にまで熱するのである。この操作を焼戻しといふ。焼戻しの際、温度が高いほどその硬さと脆さとが減るが、望みの適当な性質をもたせるためには、正しい焼戻しの温度を見定めることが必要である。これには多くの研究と経験とが必要である。鋼の特徴は、このやうな熱処理によつて、その性質を制御できるところにある。

例に比べて更に炭素の含量の少い物を、¹⁾ 鉄又は鍛鉄といふ。これは鉄を反射爐といふ爐に入れ、熱した空気を吹き込んで、不純物を酸化し去つて作る。鉄は、軟かく、しかも強靱で、赤熱すると鍛ける前に軟くなり、金槌で叩けば延び、曲げれば曲る。この状態では、二つの塊を互に接合することができる。これが即ち熔接である。鉄は鍛板や鍛線の製作に適する。

鋼の中で軟鋼といふ物は、大體鍛鉄の性質をもつてゐるので、今日ではこれが鍛鉄の代りに廣く用ひられてゐる。

1) その他の不純物の含量は比較的多い。

近時は炭素以外の元素を含むいろいろな鐵合金が作られてゐる。その元素の種類や含量の相違により、又熱処理の加減によつていろいろなすぐれた性質を與へることができるので、利用價值が高い。これらを總稱して特殊鋼といふ。その數例を下の表に掲げる。

名 稱・組 成 の 割	性 質	用 途
マンガン鋼 Mn 7-20%	強靱で切斷に抵抗性がある。	金庫、鑿岩機の先端
ニッケル鋼 Ni 3-4%	耐腐蝕性・弾性がある。	橋梁、自動車の車軸・賣車
高速度鋼 W 17%, Cr 4%	赤熱した状態で軟化しない。	金屬切削用工具
不銹鋼 Cr 18%, Ni 8%	錆びない。酸・アルカリに耐へる。	内蔵機關の部分品、酸の容器
磁石鋼 M. K. 鋼 Ni 18-37%, Al 8-20%, Mn 6-10%。その他 K. S. 鋼 Co 30-35%, W 6-8%, Cr 1.5-2%, その他	磁化の状態がすぐれてゐる。	永久磁石

(ロ) 鐵の化合物

實驗三 鐵線又は鐵粉を取り稀硫酸に溶解せよ。溶液を濾

過し、静かに蒸發させて、析出する淡緑色の結晶を観察せよ。

これは硫酸第一鐵 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ の結晶であつて、綠礬ともいふ。綠礬はインキの製造に利用される。

實驗四 沒食子酸¹⁾約 0.1 瓦を煮沸したての熱湯約 10 立方糎に加へ、よく振つて溶かせ。綠礬約 1 瓦を、同じく煮沸したての水約 10 立方糎に溶かせ。これらの二溶液を、一度煮沸した水約 100 立方糎に混入せよ。混合液で白紙に文字を書き、數時間後或は一兩日後にその變化を見よ。

次に綠礬から出發していろいろな鐵化合物を調べてみよう。

實驗五 綠礬の水溶液にアルカリを加へよ。この時生ずる沈澱の色に注意せよ。この沈澱を試験管中で暫く振りながらその色の變化を見よ。

この實驗に於いて、最初に生じたばかりの白色の沈澱は $\text{Fe}(\text{OH})_2$ の組成をもつもので、水酸化第一鐵といふ。これは空氣中で次第に酸化して、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の組成をもつ赤褐色の沈澱に

1) 鐵はその原子價が 2 である場合と、3 である場合とあつて、原子價 2 の鐵の化合物を第一鐵化合物、原子價 3 の鐵の化合物を第二鐵化合物といふ。

2) 實際のインキでは、普通初めに青色の染料を加へて着色しておく。

變る。これを水酸化第二鐵といふ。

問二 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ から $\text{Fe}(\text{OH})_3$ への變化を反應方程式で表せ。

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ の沈澱を取つて焼けば、赤褐色の粉末を生ずる。これは酸化第二鐵 Fe_2O_3 である。

酸化第二鐵は赤鐵錆や褐鐵錆の主成分をなしてゐる。粉末状の物はべんがらといひ、すぐれた顔料である。

鐵の錆びる現象は身近に見られることであるが、なかなか複雑なものである。赤錆の主成分は、幾らかの水分を含んだ酸化第二鐵であるから、これは空氣と水とが同時に鐵に作用して出来るものであらう。實際、空氣が十分に乾燥してゐれば、錆は出来ない。又、空氣中に炭酸ガスが多いと、錆の出来るのが早められるといふ。鐵釘を用ひて、次の實驗をしてみよう。

實驗六 豫めよく沸騰した水を試験管に入れ、その中によく磨いた鐵釘を入れ、栓をして保存する。これと比較のため、別の試験管に沸騰しない水を入れ、その中に鐵釘を入れ、栓をして保存する。二、三日後、兩者に現れる變化を比べてみよ。

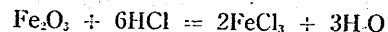
問三 實驗六の結果は、どのやうに説明すればよいか。

問四 普通に行なはれてゐる鐵の防錆にはどんな方法があるか。

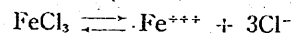
実験七 (一) 赤錆の粉末又はべんがらを取り、塩酸に溶かしてみよ。

(二) 得た溶液に稍、多量のマグネシウム粉末又は鉄粉を加へて後、溶液を濾過せよ。

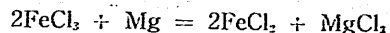
実験七の(一)に於ける変化は、次のやうに示される。



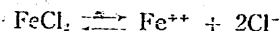
ここに生じた FeCl_3 は塩化第二鉄といふ塩で、黄色を呈し、水溶液では次のやうに電離する。



実験七の(二)に於ける変化は、次のやうに示される。



ここに生じた FeCl_2 は塩化第一鉄といふ塩で、水溶液では次のやうに電離する。



Fe^{++} , Fe^{+++} で表されるイオンをそれぞれ第一鉄イオン、第二鉄イオンといふ。両者は共に鉄原子であるが、それらの持つ電気の量によつて區別される。

塩化第一鉄の塩酸酸性溶液を空気中に放置すると、その色が次第に淡緑色から黄色に變つて来る。これは塩化第一鉄が塩化第二鉄に變るためである。

実験八 実験七で作つた塩化第二鉄の溶液に、黄血カリの溶液を加へてみよ。

この際現れる著しい青色の沈澱を紺青^{こんじやう}といふ。この反應は、第二鉄イオンに就いて甚だ鋭敏に行なはれるので、その検出に應用される。黄血カリを、第一鉄イオンを含む溶液に加へると白色の沈澱を生ずるので、第二鉄イオンの場合と區別することができる。

二 銅

(イ) 銅の製錬

銅は地球上には割合に少いのであるが、その製錬法がわやういたために、古代から人類に利用された。現時に於いても益、需要の多い金属である。

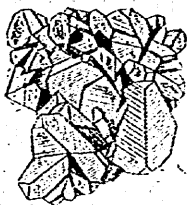
問一 銅の主要な用途に就いて調べよ。

銅は自然界に元素の状態としても見られるが、資源として最も重要なのは黄銅鑛である。

- 1) 黄血カリ(フェロシヤン化カリウム)は黄色の結晶をなし、その組成は $\text{K}_2\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ である。
- 2) この白色の沈澱は空氣に觸れてゐるうちに、次第に青色に變つて来る。又第一鉄イオンは赤血カリ(フェリシヤン化カリウム) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ によつて青色の沈澱を生ずる。

実験一 黄銅鑛の外観を観察せよ。

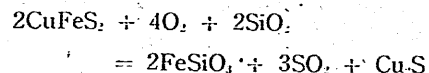
黄鐵鑛と比べてその相違を調べ、特に條痕色に注意せよ。



黄銅鑛は外観が金に似てゐるが、その條痕色によつて明らかに區別される。金の條痕色は黄金色であるに反し、黄銅鑛では黒綠色である。

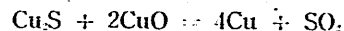
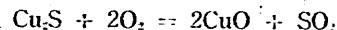
黄銅鑛は硫化銅と硫化鐵との結合した物で、その組成は CuFeS_2 で表される。

黄銅鑛から銅を製鍊するには、鐵の場合と略、同様に、鑛石をコークス及び融劑と共に熔鑛爐に装填し、下方から熱風を送る。この時の反應は大體次のやうに行なはれる。



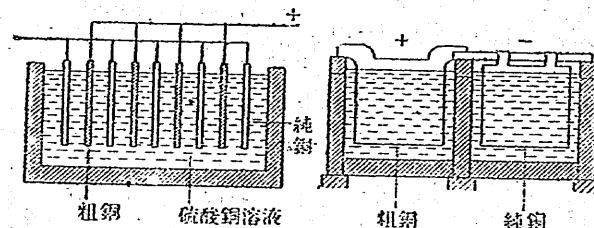
これによつて硫化銅が生成し、いはゆる鉞として沈む。又鐵分は石灰石や鑛石中にまじつてゐる石英と反應して、鉞・カルシウムの珪酸塩となつて浮かぶ。これを鉞といふ。硫黄分は燃燒して亜硫酸ガスとなつて放出する。

次に熔鑛爐から取り出した鉞を一種の轉爐に入れて、空氣を送ると激しく燃燒する。この時次の變化が行なはれて、銅が遊離する。



これが粗銅である。粗銅は約 99% の銅を含んでゐる。

粗銅から純銅を作るには、電氣製鍊法を利用する。即ち粗銅板を陽極、薄い純銅板を陰極とし、硫酸銅溶液を電解液として電氣分解を行なふ。この時粗銅板から銅が溶けて Cu^{++} となり、これが陰極の純銅板の表面で放電し、析出する。同時に粗銅中に含まれてゐた不純物は、電解槽の底に残留する。これを陽極



泥と呼ぶ。この中には銀・金・ニッケルなどが含まれてゐるので、それらの金屬を分離して利用してゐる。

問二 上の電氣分解に於いて、兩極に起る反應を式で示せ。

(ロ) 銅の化合物

銅は鐵と異なつて、空氣中に置いても錆びにくい。實際には、次第に表面が酸化されるのであるが、その酸化物の被膜が出来ると、これによつて却つて内部が保護されるやうになる。

銅屋根などに屢、見られる緑色の物質は、俗に緑青といひ、これは空氣中の濕氣と炭酸ガスとの作用によつて出来た物である。その組成は $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ である。

銅が鐵や亜鉛などと違ひ、稀塩酸や稀硫酸に對して丈夫であ

つて、濃硫酸或は濃硝酸によつて始めて侵されることは、既に知つた通りである。

問三 硫酸銅 CuSO_4 及び硝酸銅 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ の生成の反應方程式を書け。

硫酸銅は銅の化合物として代表的な物である。その濃青色の結晶は $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の組成をもつてゐる。このやうに結晶に含まれてゐる水分を結晶水といふ。

實驗二 硫酸銅の結晶を蒸發皿に入れ、注意しながら熱してみよ。その形が崩れると共に色が褪せ、遂に無色の粉末となることに注意せよ。冷えてからこの粉末に水を一滴加へてみよ。

實驗二に於いて結晶水を失つた粉末の無水硫酸銅は水分によつて再び青色を呈する。これによつて硫酸銅の結晶の青色は、結晶水が含まれてゐるためであることがわかる。無水硫酸銅の粉末は、有機溶媒例へばアルコールなどに含まれる微量の水分の検出に利用する。

三 原子量・分子量

(イ) 原子量

先に物質が原子或は分子の微粒子から出来てゐることを學ん

だ。又物の質質の變化は結局原子と原子との組合はせの變化にほかならないことを知つた。そこで、もし各原子の重量がわかつてゐるならば、質質の變化を數量的に取り扱ふことができ、一層正確な考察を行なひ得るであらうと思はれる。原子は非常に小さな粒であるから、その實際の重量を測るといふことはむづかしい。しかしいろいろの元素に就いて、原子の重量の比は、それらの元素を含む化合物の精密な分析を行なふことによつて、定めることができる。

酸素は多くの元素と直接に化合する能力のある元素であるから、便宜上この元素を基準に選び、その1原子の重量を16.0000と假定する。この値を基準として各元素の原子の重量を表したものを原子量といふ。例へば水素の原子量は1.0080、炭素の原子量は12.010である。今日一般に採用されてゐる各元素の原子量の値は50頁及び51頁の表に示した通りである。

原子量は原子の重量の比を表すものであるから、元來無名數であるが、特にこれに互單位をつけてその物質のそれだけの量を考へる場合、これをその元素の1互原子といふ。例へば酸素の16互、水素の1互、炭素の12互は、それぞれこれら元素の1互原子の概略値である。

(ロ) 分子量

分子の重量もまた原子の場合と同様に比較的に定めることができる。酸素の1分子の重量を32.0000とし、これに準じて定めた他の分子の重量を表したものを分子量といふ。例へば概略値

元素の原子量 (昭和十六年)

元素名	記號	原子量	元素名	記號	原子量
亜鉛	Zn	65.38	ゲルマニウム	Ge	72.60
アルゴン	A	39.944	コバルト	Co	58.94
アルミニウム	Al	26.97	サマリウム	Sm	150.43
アンチモン	Sb	121.76	酸素	O	16.0000
硫黄	S	32.06	臭素	Br	79.916
イッテルビウム	Yb	173.04	ジスプロシウム	Dy	162.46
イットリウム	Y	88.92	ジルコニウム	Zr	91.22
イリジウム	Ir	193.1	水銀	Hg	200.61
インジウム	In	114.76	水素	H	1.0080
ウラン	U	238.07	スカンジウム	Sc	45.10
エルビウム	Er	167.2	錫	Sn	118.70
塩素	Cl	35.457	ストロンチウム	Sr	87.63
オスミウム	Os	190.2	セシウム	Cs	132.91
カドミウム	Cd	112.41	セリウム	Ce	140.13
ガドリニウム	Gd	156.9	セレニウム	Se	78.96
カリウム	K	39.096	ビスマス	Bi	209.00
ガリウム	Ga	69.72	タリウム	Tl	204.39
カルシウム	Ca	40.08	タングステン	W	183.92
キセノン	Xe	131.3	炭素	C	12.010
金	Au	197.2	タンタル	Ta	180.88
銀	Ag	107.880	チタン	Ti	47.90
クリプトン	Kr	83.7	窒素	N	14.003
クロム	Cr	52.01	タリウム	Tm	169.4
珪素	Si	28.06	鉄	Fe	55.85

元素名	記號	原子量	元素名	記號	原子量
テルビウム	Tb	159.2	ヘリウム	He	4.003
テール	Te	127.61	ベリリウム	Be	9.02
銅	Cu	63.57	硼素	B	10.82
トリウム	Th	232.12	ホルミウム	Ho	164.91
ナトリウム	Na	22.997	マグネシウム	Mg	24.32
鉛	Pb	207.21	マンガン	Mn	54.93
ニオブ	Nb	92.91	モリブデン	Mo	95.95
ニッケル	Ni	58.69	ユーロピウム	Eu	152.0
ネオジム	Nd	144.27	碘素	I	126.92
ネオン	Ne	20.183	ラジウム	Ra	226.05
白金	Pt	195.23	ラドン	Rn	222
バナジン	V	50.95	ランタン	La	138.92
ハフニウム	Hf	178.6	リチウム	Li	6.940
パラジウム	Pd	106.7	磷	P	30.98
バリウム	Ba	137.36	ルテシウム	Lu	174.99
砒素	As	74.91	ルテニウム	Ru	101.7
弗素	F	19.00	ルビジウム	Rb	85.48
プラセオジム	Pr	140.92	レニウム	Re	186.31
プロトアクチニウム	Pa	231	ロジウム	Rh	102.91

として窒素の分子量は 28, 炭酸ガスの分子量は 44 である。一般に或る物質の分子量を決定するには、その物の蒸気の密度、或はそれを溶質とする溶液の沸点・融点等の測定が必要である。

分子量もまた原子量と同様に元來無名数であるが、特にこれに互單位をつけたものを互分子或はモルといふ。酸素の 32 互、

窒素の 28 瓦、炭酸ガスの 44 瓦はそれぞれこれらの物質の 1 瓦分子 (1 モル) の體積値である。

或る物質の分子式がわかつてゐれば、その分子量はその分子を作つてゐる各原子の原子量の和として算出できる。

例へば無水硫酸銅 (CuSO_4) の分子量は $63.6 + 32 + 16 \times 4 = 159.6$ 、結晶硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) の分子量は $159.6 + (2 + 16) \times 5 = 249.6$ である。

問一 水酸化鉄、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 及び $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の分子量を計算せよ。

或る化合物の分子式がわかつてをり、且つ原子量表が備へてあれば、その化合物中の各元素の重量の百分率を算出することができる。

問二 無水硫酸銅 CuSO_4 の中の各成分元素の重量百分率を計算せよ。

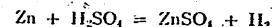
(ハ) 反應方程式の計算

一般に各元素の原子記號は同時にその 1 瓦原子を表し、各化合物の分子式は同時にその 1 瓦分子を表すものとすれば、反應方程式によつて反應に與る物質の間の量的關係を表すことができる。

例へば鐵と硫黃との化合によつて硫化鐵を生ずる場合の反應方程式



に於いては、鐵の 1 瓦原子 56 瓦と硫黃の 1 瓦原子 32 瓦とが化合して硫化鐵の 1 瓦分子 88 瓦を生ずることが表されてゐる。又亞鉛が硫酸と反應して水素を生ずる場合の反應方程式



に於いては、亞鉛の 1 瓦原子 65 瓦と硫酸の 1 瓦分子 98 瓦とが反應して、硫酸亞鉛の 1 瓦分子 161 瓦と水素の 1 瓦分子 2 瓦とが生ずることが表されてゐる。

或る反應の反應方程式に於いて、かやうな關係がわかつてゐれば、反應物質の或る與へられた量から幾らの生成物質が出来るかを、簡単な計算によつて求めることができる。

例へば上記の硫化鐵生成の反應に於いて、10 瓦の硫黃を用ひる時、これと完全に反應する鐵の重量

$$\frac{x}{56} + \frac{10}{32} = \text{FeS}$$

の比例關係によつて、

$$\frac{x}{56} = \frac{10}{32}, \quad x = 17.5 \text{ (瓦)}$$

である。隨つて生成する FeS の重量は $10 + 17.5 = 27.5$ (瓦) である。

このやうな計算は屢々實際に於いて必要である。所要量の生産物質を得るために幾らの原料物質が必要であるかといふことは、生産工業上重要な問題である。かやうな場合、生産工程に於ける反應方程式がわかつてゐれば、計算によつて答を求めることができる。しかし工業上の實際に於いては、反應の経過が必ずしも反應方程式で示された通りには進まず、隨つて計算量だけの生成物を得ることができない場合も少くない。この時は、實際の生成物の數量が計算量の何割に相當するかといふことを調べて、その方法の能率を知る手段とするのである。

問三 亞鉛に硫酸を作用させて 0 度、1 氣壓に於いて 100 立を占める水素を得るには何瓦の亞鉛を要するか。但し 0 度、

1 気圧に於ける水素 1 立の重量は 0.09 瓦である。

問四 25 瓦のコークスが完全に燃焼する時に発生する炭酸ガスの 25 度、1 気圧に於ける體積を求めよ。但しこのコークスは 92% の炭素を含むものとする。又 25 度、1 気圧に於いて炭酸ガス 1 立の重量は 1.81 瓦である。

四 銀 ・ 金

(イ) 銀とその化合物

銀は輝銀礦 Ag_2S から製鍊されるほか、鉛・銅・金に附帶して製鍊される。

銀は比較的軟かく、展性・延性に富む金属である。又總べての金属中で熱や電氣の傳導が最もよい。古來器物の製作に珍重されるほか、寫眞術に缺くことのできないものである。

銀は塩酸や硫酸には溶解しないが、硝酸には溶解する。その溶液を蒸發すれば、板状のみごとな結晶が出来る。これは硝酸銀 AgNO_3 で、銀の化合物中最も重要なものである。硝酸銀はよく水に溶け、その溶液を塩素イオンを含む溶液に加へると、塩化銀 AgCl の沈澱を生ずることは既に學んだ。塩化銀の沈澱を作つてその特性を調べてみよう。

實驗一 食塩水の少量を二本の試験管に取り、これにそれぞれ硝酸銀溶液を滴下して塩化銀の沈澱を作れ。一方の試験管は黒い紙で覆ひ、他方はそのまま共に直射日光に數分間露出せよ。どんな變化が起るか。次に注意して溶液の上澄み

を銀溜の中へ流し出せ。

別にチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の溶液を用意し、これを兩方の試験管に加へてよく振り、それらの變化を比較せよ。

實驗一に於いて、黒い紙で覆つた試験管の塩化銀の沈澱はチオ硫酸ナトリウムによつて溶解するが、光に曝された塩化銀は灰色となり、その沈澱は一部分しか溶解しないことがわかるであらう。あとに残る灰色の物質は銀の微粒である。

實驗一に於いて、食塩水の代りに臭化カリウム KBr 又は沃化カリウム KI の溶液を用ひても、同様に沈澱が出来る。それらはそれぞれ臭化銀 AgBr 、沃化銀 AgI であつて、共に感光性があり、いづれもチオ硫酸ナトリウムに溶解する。

塩素 Cl 、臭素 Br 及び沃素 I はいづれも激しい反應性のある元素で、多くの元素と化合して塩を作る點に於いても類似の性質をもつてゐるので、これらを一括してハロゲンと呼ぶ。又 AgCl 、 AgBr 、 AgI をハロゲン化銀と呼ぶ。

(ロ) 寫眞の反應

今日寫眞に利用されてゐるのは主として臭化銀である。次に寫眞の乾板を試作してみよう。

- 1) 銀の化合物は高價であるから、實驗の廢液も捨ててはならない。そのために實驗室には銀溜を用意しておく。
- 2) 俗にハイゼと呼ぶ。

研究一¹⁾ 試験管に約3立方厘の水を取り、これに0.5瓦の硝酸銀の結晶を加へ、約60度の温湯に試験管ごと浸して振りながらよく溶かせ。

他の試験管に約3立方厘の水を入れ、同様に温湯に浸してから0.5瓦の臭化カリウムを加へ、ガラス棒でかき混ぜながら2瓦の粉末状ゼラチンを少しづつ加へよ。

ゼラチンが溶けて十分に均質になつたならば、これに温めた硝酸銀溶液をよくかき混ぜながら少しづつ加へよ。このやうにして、乳濁液が得られたならば、これを注意して十分に清浄にし、水平に置いたガラス板の上になるべく一様に塗布し、放置して固まらせよ。

問一 臭化銀を作る際に、臭化カリウム100瓦に對して硝酸銀の結晶何瓦を要するかを、その反應方程式から算出せよ。

研究二 研究一で試作した乾板又は市販の乾板或はフィルムを用ひて、撮影を行ひ、現像・定着・焼附の操作を試みよ。

現像液²⁾の作用を知るために次の實驗を行なつてみよう。

實驗二 實驗一で行なつたやうに、二本の試験管に塩化銀

1) この操作は暗室で行なはなければならない。

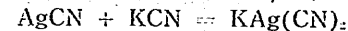
2) 現像液としては、通常、焦性炭酸ナトリウム・メタール・ヒドロキノ・ジアミドフェノールなどの溶液を用ひる。

の沈澱を作り、同じ條件で光に曝してから、一方には現像液を加へ、他方には加へないで置く。兩者に同量のチオ硫酸ナトリウムの溶液を加へ、遊離する銀粒の濃淡を比べてみよ。

問二 上の結果から、現像及び定着の理を考察せよ。

(一) 銀めつき

硝酸銀溶液にシアン化カリウム KCN の溶液を加へると先づシアン化銀 AgCN の沈澱を生ずるか、これは過剰のシアン化カリウムによつて再び溶解する。これは、



の反應によつて水に溶けやすい銀シアン化カリウムといふ塩を生ずるためである。この溶液は銀めつきに利用される。即ちこの溶液を電解液とし、銀板を陽極、めつきすべき物を陰極として電気分解を行なへば、陰極に銀が析出してめつきができる。

(二) 金とその化合物

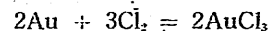
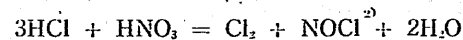
金は多くの場合元素のままの状態で産出し、通常石英中に挟まれてゐるか、又は砂金として砂礫の中にまじつて産する。砂金から金を分離するには、金と他の礦物との比重の差を利用する。即ち混合物を流水中で底の浅い臺の上で洗ひ落とすと金が残

1) シアン化カリウムは猛毒のある物質であるから、取扱ひには十分注意しなければならない。

留する。金は又銅の電気製錬の際、陽極泥の中にも含まれてゐるが、これを分離するには、先づ陽極泥をシアン化ナトリウム NaCN で処理して金を溶かし出し、次にその溶液を電気分解して金を陰極に析出させる。

金は非常に密度が大きく、その値は 19.3 互/㎤³ である。總べての金属の中で展性及び延性が最も大きく、これを箔とする場合、その厚さを凡そ $\frac{1}{10000}$ 耗にまで薄くすることができる。金は又よく熱・電気を導く。貨幣や器物に用ひるものは、普通幾らかの銅を配合したものである。

金は空気中の湿気や酸素によつて變質しにくく、又普通の酸によつて侵されない。ハロゲンとは直接に化合する。濃塩酸と濃硝酸との混合物は王水と呼ばれるが、金を溶かす性質がある。これは金が次の反應によつて生ずる塩素の作用で塩化金 AuCl_3 となり、これが更に塩酸と作用して、可溶性の塩化金酸 HAuCl_4 を作るためである。



塩化金酸は水溶液で H^+ と AuCl_4^- とに電離してゐるが、溶液を蒸發乾涸すれば、黄色の結晶として取り出される。

問三 金及び銀の類似點及び相違點を指摘せよ。

- 1) 通常濃塩酸と濃硝酸とを體積比で 3:1 に混合する。
- 2) 塩化ニトロシルと呼ぶ。

中等物象

三

文 部 省

[後] ¥1.60

文部省調査局刊行録贈

(81)