

高温度に於ける諸金屬の瓦斯吸收に就て

(大正十四年十月十八日日本鐵鋼協會創立第十週年紀念大會講演)

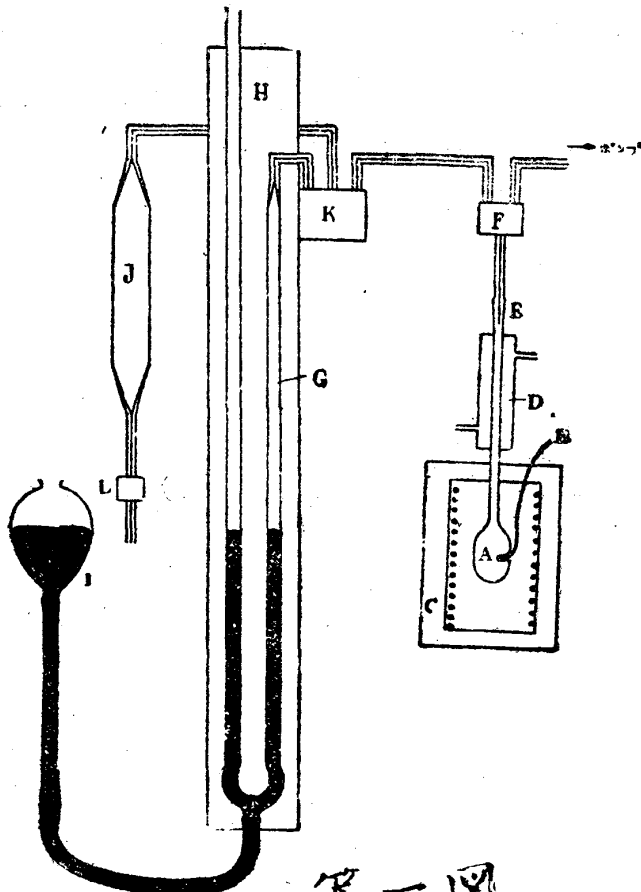
岩瀬慶三

I 緒言

金屬が瓦斯を吸収すればその物理化學的性質に變化を來たし又鑄物に於ては巢の一原因ともなる故に純科學的にも亦工業的にもこの問題は重要視せられ従來多くの研究が發表せられてゐる。就中 A Sieverts (Zeits. Phys. Chem., 60, (1907), 129 etc) の研究がその方法と範圍とに於て最も勝れてゐる。凡そ金屬が瓦斯を吸収する場合を考へるに之は金屬と瓦斯との接觸に由て起るのであるが、その瓦斯の状態には二通りある、一つは分子状態、他の一つは原子状態、即發生機状態である。吸収せらるる量も一般に瓦斯の状態に由て異なるのが普通であつて、發生機状態の瓦斯の方がその吸収量が大であることは云ふ迄もない。蓋し分子状態の瓦斯は原子状態に解離して吸収せらるるからである。發生機状態の瓦斯を吸収させるには酸又はアルカリの水溶液に由つて電極に發生する瓦斯をその電極金屬に吸収させるのであるが、此の場合には電解溶液と金屬電極との反應殊に局處的の反應を起す恐れ

がある故に、茲には先づ斯様な副作用の起らない場合、即分子状態の瓦斯を金屬に接觸せしめて、その吸収せられる量を測定したのである。この場合の測定法としては金屬に吸収せらるる瓦斯の量を直接に測定する場合と、一旦瓦斯を吸収せしめたる後に之を適當な方法に由つて發散せしめて、その量を測る場合とがある。後者の場合には矢張り副作用の起る恐れがある故に正確なる結果を得るには適當な方法ではない故に、著者は前者に由る測定を行つた次第である。

種々の金屬及瓦斯に就いてその吸収量と温度との關係に付いては、前記 Sieverts の廣範なる研究があるけれども、同氏の研究に於いては吸収量と温度との關係を求むるに當り、一定條件の下に瓦斯と金屬とを充分なる時間相接觸せしめることなく、一つの測定に於いて温度を變化



第一圖

せしめ瓦斯の熱膨脹に由る容積の變化を各温度毎に計算に由つて求め、之と測定せる實在瓦斯との差を以て直ちに各温度に於ける瓦斯の吸収量としたのである故に、此の吸収量として與へられて居る數字はその温度に於ける飽和度を與へるものではない。一般に瓦斯が金属中に擴散して行くにはある速度がある故に、充分なる時間の間金属と瓦斯とを一定温度に於いて接觸せしめて置かねばその温度の飽和吸収量は求められない。従つて著者は之の二點に留意して次の様な測定方法に由つたのである。

II 實 驗 装 置

實驗の装置は前記 Sieverts の装置を改良したものであつて其の組立は第一圖に示す通りである。圖に於いて A は石英硝子製のフラスコでその球狀部の容積は凡そ 25C.C. 頭部の長さは凡そ30糎、内徑 0.4 糎である。頸部の上端 E は外部に向け少しく開いてあつて、この處に毛細管の磨り合せ栓が嵌められる。B は白金、白金ロヂウム熱電對でその接ぎ目はフラスコの球狀部凹所 a の處に挿入せられ、試料の温度即ち測定温度を正確に與へられる様にしてある。C はニクロム又は白金線電氣抵抗爐でこの外側には石綿板を厚く巻き付け更に此の爐全體が石綿製の箱の中に入れられ外部に熱が自由に發散することを避けてある。D は冷却器であつて絶えず冷水を通じフラスコの頸部を冷却し、以て磨り合せの部分 E が爐の熱を受けることを防ぎ、同時に室温の變化に由つて頸部にあゝる瓦斯の容積が變化することをなるべく小ならしめる。F は活栓を水銀中に入れた箱であつて活栓は瓦斯をフラスコに供給したり、フラスコ中の瓦斯を排除することの出来るものである。G はビュレットで H なる目盛をした板に取付けられてゐる。I は水銀溜、J は精製した瓦斯を蓄へておく硝子製の瓦斯溜で、K なる活栓に由つて G のみ又は G と F とに連絡せられる。この活栓は又 G と F 或は J と F とを連絡することも出来る。活栓 L から先は瓦斯の精製装置及び瓦斯發生装置に通じてゐる。この装置に於いて全部を石英硝石に由つて作ることが不可能であつたために、全装置を融閉することが出来ずして、止むを得ず磨り合せを用ひたのであるが、活栓の部分はすべて水銀槽中に浸して外部との連絡を絶つた故に後にも述べる様に氣密度は充分に保つことが出来て測定には少しも支障を來たさなかつた。

ビュレット G はその長さ 2 糎の容積が凡そ 1C.C. に當る様な容積を撰び、蒸留水 (18°C) を用ひて 1 糎毎にその容積を定め、數回の平均値を取り、0.1 糎の容積を 1C.C. の 1/1000 迄計算出した。水銀面の目盛は望遠鏡に由つて觀測する故に 1 糎の 1/10 迄目盛を讀み得るものとすれば 0.005C.C. が最大の誤差であることになる。従つて以下の測定に於いてもその吸収量は 0.001C.C. 迄計算することにした。

活栓 F から K を經てビュレット G の水銀面迄の容積は計算に由つて求められる故に、測定中に室温が變化しても板 H に吊り下げてある寒暖計に由つて補正を加へることが出来るから誤差の原因とはならない、又爐の温度を一定に保ち絶えず冷却器 D に充分流水を通ずるならばこの部分も又室温變化の影響を無視し得るものと考へて差支へない、従つて誤差の原因を生ずる恐れのあるのは E から F 迄の部分にある瓦斯が室温の變化に由つてその容積を變ずることである。故に此の部分の容積を成

るべく小ならしむるために冷却器Dの上部はEに出来るだけ接近させ且つEより下迄の部分は毛細管となつてゐる。果してこの部分の影響を無視し得るか否かを檢べるために次の様な實驗を行つて見た。即ち爐の溫度を 200°C . に保つておいて冷却器Dに充分なる冷水を通じ、フラスコとビュレットとをつなぎビュレットの水銀面を合せて装置内の瓦斯を1氣壓に保ち、この時のビュレットの目盛及Hに吊り下げてある寒暖計に由つて室溫を測り、この時の装置内FからGの水銀面迄の容積を測定し之を標準状態の容積に換算しておく。次に室溫が上昇して装置内の瓦斯の容積がかなり膨脹した時に再び前と同様にしてFからGの水銀面迄の容積を求め之を標準状態に換算する。然る時は爐の溫度及冷却器の溫度は一定である故にこの部分内にある瓦斯の容積はこの前後の二回の測定に於て變化せぬ故に冷却器より上部のFに至る迄の装置内にある瓦斯の容積が室溫變化のために變化するならばFからGの水銀面迄の容積に變化を與へることとなる。斯様な檢査の結果の一例は次に擧げる様にこの部分から生ずる誤差を無視してよいことが明かとなつた。

	ビュレットの読み	室 温	爐 温	F~G 面の瓦斯容積(標準状態)
初	24.06 C.m.	13.42°C	200°C	24.480 C.C.
後	28.45 C.m.	17.87°C	200°C	$\frac{24.479\text{C.C.}}{-0.001\text{C.C.}}$

次に全装置の氣密度檢査の一例を擧ぐれば次の通りである。先づK, F及Eの部分を單獨に檢査してその充分なるを確かめたる後に、實際の測定におけると同様にGとFとAを連結させ、その内部の氣壓を0.45 耗(室溫 14.3°C)とし爐には電流を通ずることなくして30時間放置して内部の壓力の變化をみたところ0.63 耗に増加しておつた、この時の室溫は 15.7°C であつた故に以下の實驗は1氣壓の下に行ふものである故にこの程度の氣密度で充分であることを知つた。

III 試 料

使用した金屬はカールバウム又はメルク製の最純品粉米状のもので、合金は工業用品をも使用した。瓦斯としては之等の金屬と化合することのないと考へられる水素、窒素、一酸化炭素及無水炭酸である。(茲に化合と云ふ言葉は化合物を作ることの著しいものを指すのであつて、固溶體を作る様な場合は化合せないと見るのである。)

水素はキツプ装置を用ひて發生せしめ、之を弱酸性の過マンガン酸カリウムの飽和溶液、苛性加里溶液、焦性没食子酸(又は酸性亞硫酸曹達 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)のアルカリ溶液及び濃硫酸を入れた各洗滌瓶數個を通過せしめ最後に加熱せられた1米餘りの銅網上に通じ、五酸磷の層上を通じ、不純物及濕氣を除いて使用した。

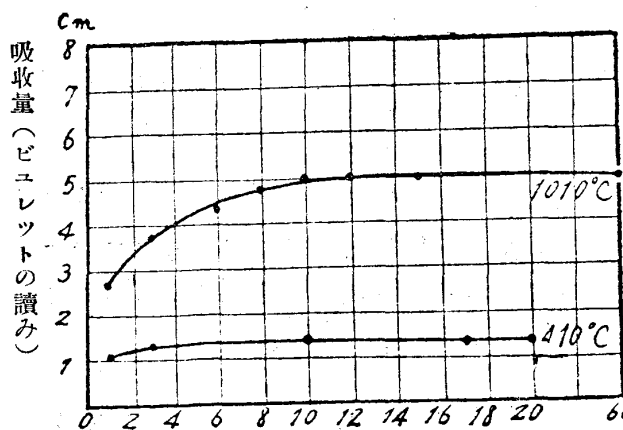
窒素及無水炭酸は鐵製容器入りの市場賣品を同様に充分に精製して使用したが、時としては窒素は亞硝酸アンモニウムを分解せしめて作り、炭酸瓦斯はキツプの装置によつて發生せしめて使用した。一酸化炭素は蓆酸又は蟻酸を分解して作り同様に充分精製して使用した。

若し之等の瓦斯中に酸素が存在する時は試料はその爲めに酸化せられる故に、ピュレットGには矢張り容積の減少を示すこととなり、金属に吸収せられる瓦斯の量の測定に誤差を生ずることとなる。従つて斯様に精製した瓦斯中の酸素の量が幾分であるか調べねば測定の結果を不正確ならしめる。従つてこの瓦斯中の酸素の量を定量しもし多量に酸素が存在して、上記の誤差の範囲以上に影響する様な時にはこの瓦斯を使用することを避け、前記各洗滌瓶中の試薬を取り換えて再び瓦斯を精製し而して常に酸素の量を0.05% (容積) 以下にして実験を行つた。尙この0.05% 以下の酸素に由つて金属の酸化せられるのを防ぐには毎回試料たる金属と同種の金属とこの瓦斯とを赤熱に於て相接觸せしめて微量の酸素をも除却することとした。

IV 測定の方法

測定を行ふには秤量した試料 (乾燥器中に保存して湿氣を除かれてある) をフラスコに入れ E にフラスコを取付ける。次に活栓 F を真空ポンプに連絡する様にしてフラスコ内の空気を除却する。次はピュレットと A とを連絡してフラスコ中に精製せられたる瓦斯を供給し再び F とポンプとを連絡してフラスコ内を排氣する。斯の如くにすること 3 回にしてピュレット内の空気を全く驅逐して、茲に J と G と A とを連結せしめ爐に電流を通じて所要の温度に上昇せしめ、G を J 及 A から遮斷し、A を一定時間排氣する。金属試料は之を作る方法及その後の歴史に由つてその中に瓦斯を吸蔵してゐる疑がある故に、この含有瓦斯量を知らなければ各温度に於ける飽和吸収量を知ることが出来ない。この爲には試料を或る適當な化學薬品の溶液に由つて溶解せしめこの時に發散する瓦斯の量を測定する方法があるけれども、溶液と試料との化學反應によつて水素を發生し、しかもこの水素發生量が試料中に吸収せられたる瓦斯の量よりも餘程大である場合が普通である故に適當な方法とは考へられない。又試料を加熱し乍ら真空に引いて發散する瓦斯量を測定する方法があるけれども之は所謂真空中に於

第二圖



真空時間

いても残存するところの瓦斯量を知る方便とはならない。又試料をアマルガムとしてこの溶解の際に發散する瓦斯量を測定する方法もすべての金属に應用し得る方法ではない。従つて著者は之に付いて又別に考究することとして以下の實驗に於いては試料を試験すべき温度に於いて充分なる時間排氣して、試料が各温度に於いて真空に近い壓力の下に於いても尙包藏し得るだけの瓦斯はその試料中に残存せしめおき、尙更に之の上に吸収し得

る瓦斯の最大量を測定することとしたのである。

斯様にするには各温度に於いて幾分間排氣すれば充分であるかは次の様な豫備實驗に由つて知ること

が出来た。即ち先づ水素瓦斯と鐵粉とに付いて排氣時間を種々變じて、然る後に水素吸収量を測定したのである。その結果に由れば第二圖に示す様に 410°C に於ては3分以上排氣するもその後の吸収量に殆ど大差なく、又 1010°C に於いては排氣の時間の短い程その後の吸収量は小である故に排氣の不十分なることを知るも10分間以上排氣せるものに於いてはその後の吸収量に餘り變化がない故に10分間の排氣によつて 1010°C の眞空に於いて發散し得べき水素は殆んど全部が放散したことが知られる。又低溫度に於ける如く瓦斯吸収量の小なる場合には短時間の排氣によつて大部の吸藏瓦斯は逐出されるが、高溫度に於ける如く瓦斯吸収量の大きなる場合に於いては排氣すべき時間も又長きを要することが知られる。故に以下の實驗に於いても瓦斯吸収量が大きなる場合例へば融態金屬の瓦斯吸収の如き場合には別に適當なる排氣時間を定めることとし、その他の場合には常に各溫高に於いて10分間排氣した後に測定を行ふこととした。即ち10分間排氣した後に直ちに A と G とを連絡し氣壓を 1 氣壓になる様に I を上下し、A と G とを連絡せしめた時から押上時計に由つて、時間と共に吸収せられて行く瓦斯の量を測定した。勿論瓦斯の吸収せらるるに應じて I を調節して内部の氣壓は常に 1 氣壓に保つた。

前述の様に F 以下の瓦斯量は爐の溫度を一定に保ち、冷却器に絶えず充分なる量の冷水を通ずることによつて常に一定に保たれ増減せない。又金屬が瓦斯を吸収して膨脹する量は無視し得る（山田教授のパラヂウムによる水素吸収の研究に於いてパラヂウムがその體積の 660 倍の水素を吸収せるに拘らずその體積は凡そ 2.5% の増加となつてゐる。即ちパラヂウム 40C.C. をとれば 1C.C. の體積の増加となる即ちこの體積の膨脹を無視するも瓦斯吸収量には 0.04% の誤差を與へるに過ぎない。（金屬の研究第一卷第一號）。それ故に試料中に吸収せられた瓦斯の量は F 以上ビュレットの水銀面迄の瓦斯容積の變化となつて現れる、この部分の瓦斯容積は又この外に室溫の變化によつても増減する。故にこの部分の瓦斯容積を 0°C 760 托の標準状態に換算すばれ、試料に吸収せられた瓦斯の量（標準状態）を知ることが出来る。

以上の様にして測定を行つた結果は次に列記する通りである。

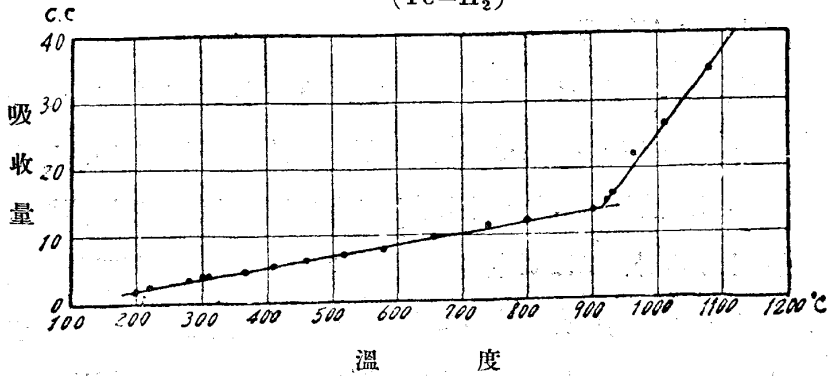
V 測定結果の一—水素の場合

(1) 鐵

試料は還元鐵即ち粉狀の純鐵である。但しこの中にも多少の酸化物を含んでゐることは水素吸収實驗に際しフラスコ A の頸部に少しく水蒸氣の凝固することによつて知られた。そこで實驗に先だつてフラスコ内に試料を入れ上部に純粹なる水素を満たして赤熱し。微量の酸化物を還元せしめ、生じた水蒸氣はポンプによつて装置より除却することとした。

鐵の水素吸収量は第一表及び第 3 圖に示す様に比較的低溫度から始り溫度の上昇と共にその吸収量も増加し、鐵の A_3 變態點 910°C 以上に於いては更に急激にその吸収量が増加する。即ち γ —鐵

第三圖 (Fe-H₂)



はα-鐵よりも水素吸収量及びその温度率が大であることを知る。温度と吸収量との関係は次の様な実験式に由つて與へられる。

α-鐵 100 瓦に對し。

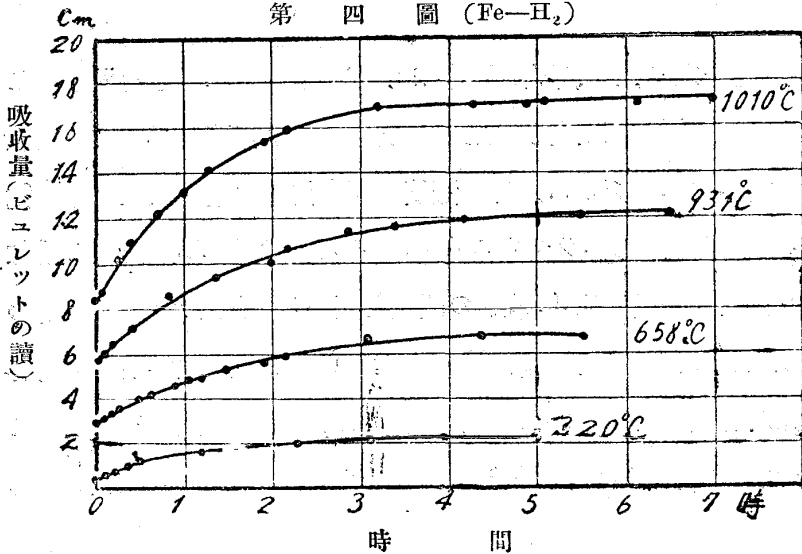
$$V_t = 1.685 + 0.016 (t - 200)$$

γ-鐵、100瓦に對し。

$$V_t = 13.445 + 0.1293 (t - 910)$$

但し V_t は $T^\circ\text{C}$ に於ける飽和吸収量である。即ち吸収量と温度との関係は一つの直線に由つて表される。以上の瓦斯量は標準状態に於ける容積である故に、之を試料が吸収した温度に於ける容積に換算すれば遙かに大となる、例へば 819°C の鐵は自己の容積の凡そ4倍の水素を吸収し 1092°C の鐵はその凡そ10倍の水素を吸収することとなる。之をパラジウムがその660倍の水素を吸収するに比較す

第四圖 (Fe-H₂)



れば遙かにその瓦斯吸収量が小であることを知る。

第四圖は吸収量と時間との関係を示す曲線を例示するもので最初の内は時間と共に吸収せられる量が増加するのであるが漸次その吸収増加が減少し遂には全く吸収の止むことが知られる。この時の吸収量が第3圖に示されてゐる。各温度に於ける吸収量である。一般に低温度に於いて

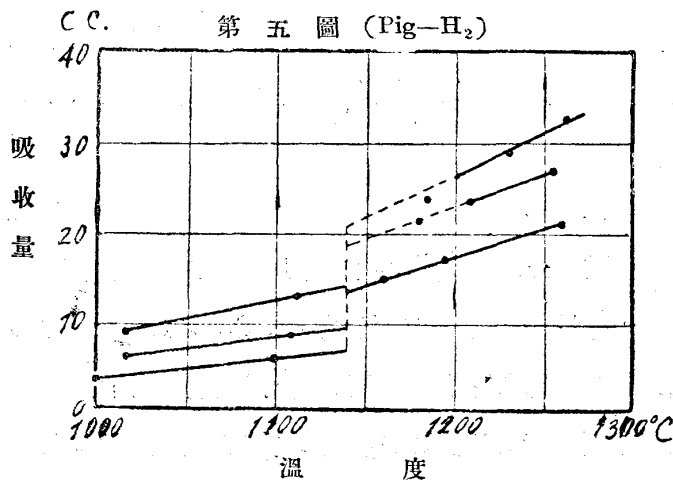
は飽和吸収量が小である故に比較的短時間に吸収を終つて飽和點に達し、高温度に於いてはその吸収が長時間續行するのみならず、其の吸収速度も低温度の場合より大である。この結果は第2圖の排氣試験と吸収量との関係ともよく一致してゐる。即ち低温度に於いて吸収量の小なる場合には吸収も發散(眞空中の)も比較的短時間に終り、高温度に於いて吸収量の大きなる場合にはその吸収も發散も比較的長時間經續するのである。この現象は鐵と水素との場合にのみに限らず一般の金属の瓦斯吸収に際して認められることであつた。

次に鐵粉の代りにピアソ線を試料として同様の實驗を行つたところが鐵粉の場合よりその吸収速度が小であつたけれどもα及γ鐵即ち 900°C 附近に於てその吸収率の變化することには變りがなかつた。

第3圖に示した水素吸収量は第2圖の様な豫備實驗に由つて明かである様に、之を眞空中に充分な時間放置すれば試料中より再び發散するものである。之は眞空中でなくとも低壓の下に於いても幾

分が發散する。この場合に發散する瓦斯量と時間及び壓力との關係を知ることは興味あることであるが、實驗上の困難がある爲めにまだ成功せない。

以上の結果を Sievert の得た結果と比較するに、氏は鐵粉に付ては漸く 800~900 °C 附近からその吸収を認め、軟鐵線に付ては 400 °C から之を認め 800 °C 附近に於いては著者と同様にその吸収率に不連続點のあることを發見してゐる。溫度と吸収量との關係も亦著者の得た結果と同様に直線となつてゐるけれども、その吸収量は α 及 γ 鐵何れの場合に於いても著者の得た値の凡 1/5 の程度である、これ氏の吸収量はその測定方法から想像される様に飽和吸収量でないからである。

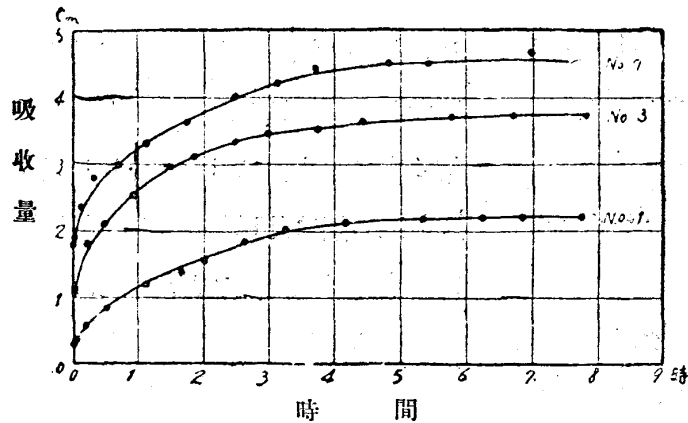


(2) 鑄鐵

純鐵又は鋼の熔融狀態に於ける瓦斯吸収量を測定することは興味あることであるけれども、精確な結果を得るにはその融點が餘りに高温でその装置が困難でまだ成功せない。鑄鐵の融點は之れより遙るかに低く且つ一般の鑄物として工業の意味が深い故に之れに附いて瓦斯吸収量を測定することとした。

試料は瑞典鉄鐵で殆んど珪素を含有してゐない白鉄である、之に砂糖炭又は瑞典鋼を加へて炭素量を 3.5%, 4.0% 及 4.3% の三種の鑄鐵を作つた。測定の結果は第 5 圖第 2 表に示す様に何れも可なり多量の水素を吸収し、その吸収量は各試料共に溫度の上昇と共に直線的に増加し、含有炭素量の少き程多量の水素を吸収してゐる。即ち之より考ふれば熔融狀態に於ける水素吸収量は純鐵が最大で鋼は其の炭素量の増加に伴つて水素吸収量が減少し鑄鐵に於いては水素吸収量は餘程減少することを知る。この結果は後にも述べる様に窒素又は少量の一酸化炭素を含む炭酸瓦斯の場合に於いても同様である。融點に於ける固態及融態の鑄鐵の吸収量はその炭素量の如何に拘らず常に固態に於いて著しく少くなつてゐる。即ちこの兩態に於ける吸収量の差

第六圖 (Pig-H₂)



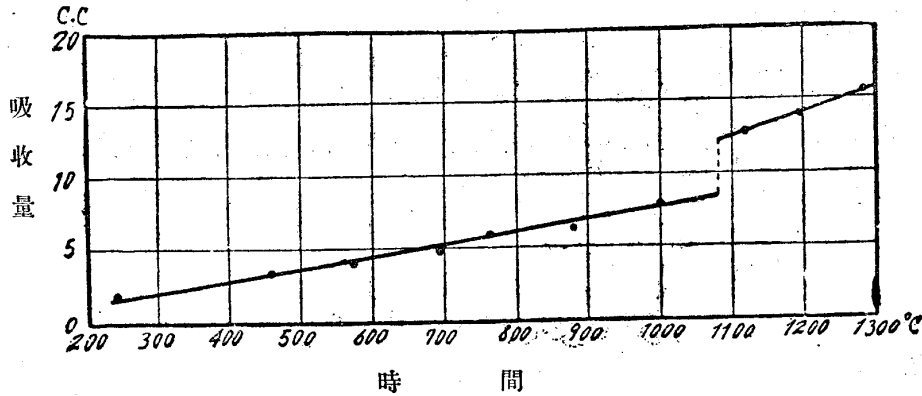
は融解せる鑄鐵が凝固の際に放出すべき瓦斯量である。又時間と吸収量との關係は第 6 圖に示す通りである。

(3) 銅

粉末銅の水素吸収量は粉末鐵に比して著しく少量である。測定の結果は第 7 圖及び第 3 表に示す様に矢張り溫度の上昇と共にその吸収量も殆んど直線的に増加してゐる。100 °C

の溫度上昇に由つて 100 瓦の銅は凡そ 0.85 C.C. (標準狀態) の水素を吸収する割合である。圖から知られる通り 1000 °C に於いて 100 瓦の銅は凡そ 11 C.C. の容積を有し 7.7 C.C. の水素を吸収

第七圖 (Cu-H₂)



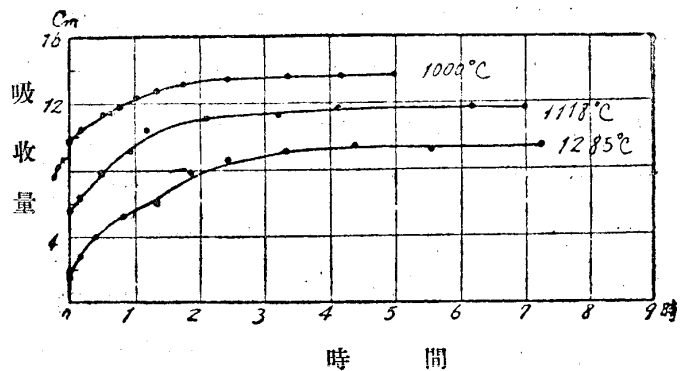
することとなる。

Sievert の測定に由れば粉末銅の水素吸収量は著者の得た値の凡 $\frac{1}{2}$ であつて 1000 °C に於いて凡そ 4 C.C. を吸収してゐる。

次に融態に於ける銅の水素吸収は同じく圖表に示されて

ゐる通り、温度の上昇と共に増加すること粉末銅と同じ傾向であるが温度率は稍大となつてゐる。この點は Sievert の結果も亦同様である。

第八圖 (Cu-H₂)



固體及び融態に於ける前記の吸収量よりして融點に於ける水素吸収量を比較すれば、固體の吸収量は融體の夫の凡 $\frac{2}{3}$ である。この相違する量は即ち溶解せる銅が凝固する際に發散する瓦斯量である。この凝固の際の瓦斯放出は充分に徐々に凝固に於いては行はるるも、急速凝固の場合に於いては所謂巢を生ずることとなる。

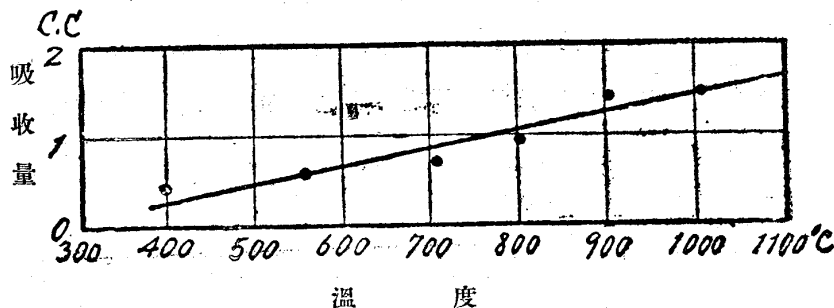
第8圖は時間と吸収量との關係を二三の例に

付いて示すもので、その傾向は鐵の場合と全くその軌を一にしてゐる。

(4) 錫

錫の融點は 200 °C 附近である故に固體の錫としては水素吸収を認めることが出来なかつた。併し

第九圖 (Sn-H₂)



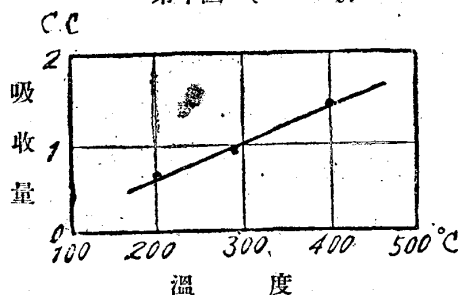
乍ら融體に於いては凡 400 °C 附近から少量ながらもその吸収が認められ、矢張り温度の上昇と共にその吸収量が直線的に増加し、第9圖及び第4表に示す様に 1000 °C に於て 100 瓦の錫は凡 1.77 C.C. (標準状態) の水素を吸収することが知られる。

Sievert は錫の水素吸収を測定し得なかつた。

(5) 銻

Sievert の測定に由ればアンチモンも亦水素を吸収せないことになつてゐるけれども、著者の得た結果に由れば第10圖及び第5表に示す様にアンチモンは少量乍らも水素を吸収するのである。この場

第十圖 (Sb-H₂)

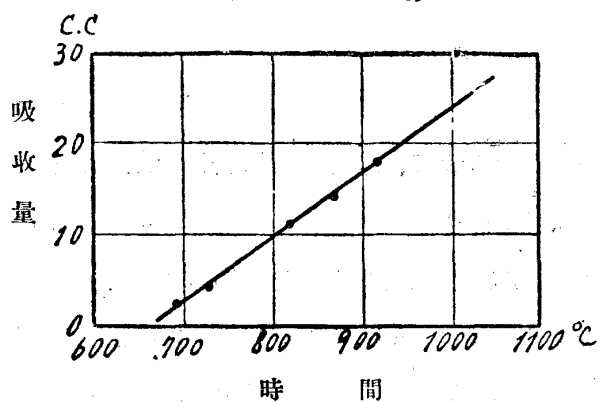


合に於いて 400 °C 以上の測定に於いては排氣の際にアンチモンが揮發してフラスコの頸部に附着することを認めたので、實際は 400 °C 以上は行ふことが出来なかつた。圖から知られる通りアンチモンは融體の錫よりも多量の水素を吸収する性質を持つてゐる。

(6) アルミニウム

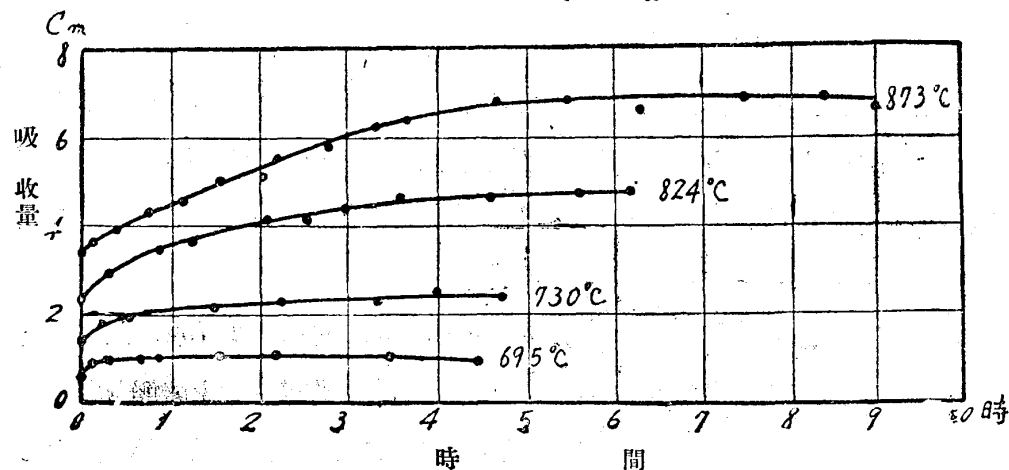
アルミニウムの粉末は軽くして排氣の際に飛昇してフラスコの上部迄も達することを認めたので融體に付いてのみその水素吸収量を測定することとした。

第十一圖 (Al-H₂)



融體に於けるアルミニウムは可なり多量の水素を吸収することが出来る。即ち第11圖及び第6表に示す様に 100 瓦のアルミニウムは 700°C に於いては凡 2.8 C.C. の水素を吸収するに過ぎないけれどもその溫度率が大である故に 900 °C に於いては 17.3 C.C. の水素を吸収してゐる。溫度 100 °C 上昇する毎に凡 7.5 C.C. の水素を吸収する割合である。アルミニウムの 100 瓦は融點に於いては凡 39.1 C.C. の容積である

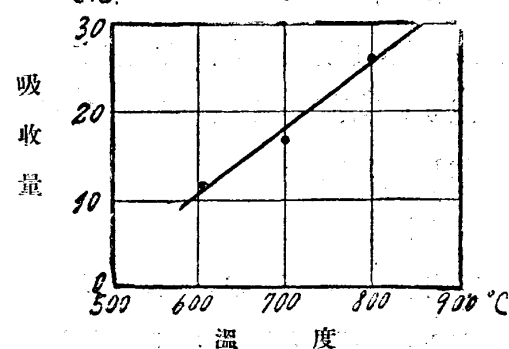
第十二圖 (Al-H₂)



故に其の水素吸収量を自己の容積に比すれば凡 1/2 に當り餘り大ではない。時間と吸収量との關係は第12圖に示す通りである。

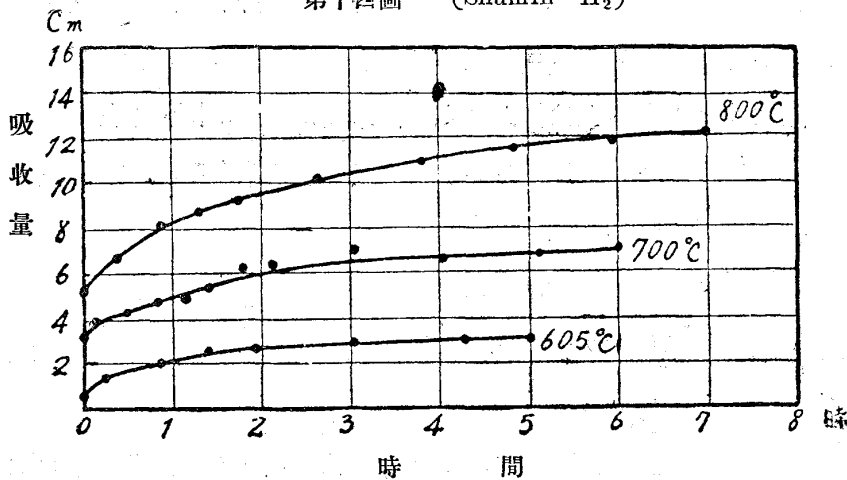
(7) シルミン (12% Si 88% Al合金)

第十三圖 (Silumin-H₂)



アルミニウムの鑄物は巢の生じ易いものと稱へられてゐる。殊に鑄物用輕合金として使用せられてゐるシルミンに於ては、巢の無い鑄物を作ることは、可なり困難とせられてゐる。そこでこの合金に付いても瓦斯吸収を測定することとしたのである。茲には最も融點の低い合金を必要とする處からその共晶合金即ち珪素12%を含有するものを試料としたのである。この共晶點は578 °C である。

第十四圖 (Silumin--H₂)



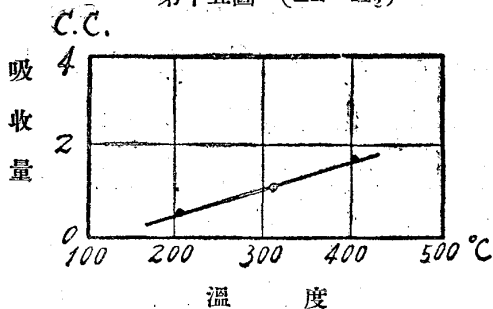
測定の結果は第13圖及び第7表に示す様にその水素吸収量は同温度に於ける純アルミニウムに比較すれば稍大であるに過ぎない。温度 100 °C 上昇する毎に 100 瓦のシルミンは凡そ 7.5 C.C. の水素を吸収することに當る故にこの温度率は純アルミニウムと略相等しいものである。

第14圖は時間と吸収量との關係を示すものである。

(8) 亜鉛

粉末状の亜鉛の水素吸収量は第15圖及び第8表に示す通りであつて、略同温度に於ける銅の水素吸収量と相似てゐる、即 400 °C の亜鉛 100 瓦は 1.73 C.C. の水素を吸収して飽和することが知られる。Sievert の測定に由れば亜鉛は水素を吸収せないことになつてゐる。亜鉛も高温度に於ける揮發する性質がある故に 400 °C 以上の測定を行ふことが出来なかつた。

第十五圖 (Zn--H₂)

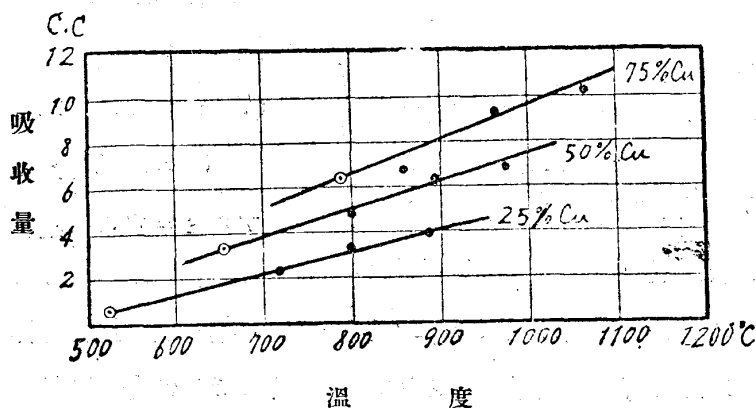


量と相似てゐる、即 400 °C の亜鉛 100 瓦は 1.73 C.C. の水素を吸収して飽和することが知られる。Sievert の測定に由れば亜鉛は水素を吸収せないことになつてゐる。亜鉛も高温度に於ける揮發する性質がある故に 400 °C 以上の測定を行ふことが出来なかつた。

(9) 青銅

融體に於ける純銅及純錫の水素吸収量は既に測定したのであるから融態に於けるこれらの金属を混合したる場合にその水素吸収量を測定したならば融體合金の分子状態を知る一つの方便となると推察して青銅の融態に於ける水素吸収量を測定したのである。

第十六圖 (Bronze--H₂)



して青銅の融態に於ける水素吸収量を測定したのである。

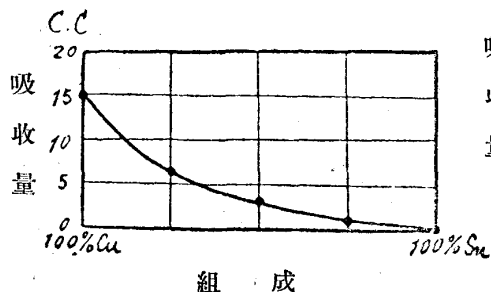
先づ 25%、50%、及 75% 銅よりなる三種の青銅を作り、之を融解したる後種々の温度に於いて水素吸収量を測定したのである。

上記測定の結果は第10圖及び第9表に示す通りで各合金共その水素吸収量は温度と共に増加し且つ合金中の銅の含有量を増す程水素吸収量が増加してゐる。

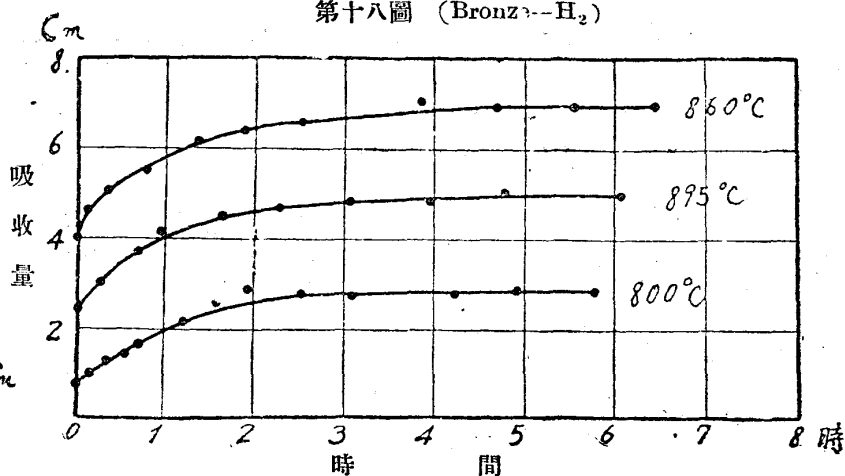
蓋し銅の水素吸収量は錫の夫に比して遙かに大である爲めと考へられる。

第16圖における吸収量と温度との關係を示す直線を延長すれば、各合金の融點に於ける水素吸収量が求められる。これと純銅及純錫の融點に於ける融態の水素吸収量とを、組成を横軸に、吸収量を縦

第十七圖 (Bronze-H₂)



第十八圖 (Bronze-H₂)



軸につて示せば第17圖の様になる。即ち純銅の水素吸収量は之に錫の加はるに随つて減少するも各合金の吸収量を示す點は一つの平坦なる曲線上に存在してゐることが判かる。

第18圖は青銅の水素吸収量と時間との關係を例示するものである。

(10) その他の金屬

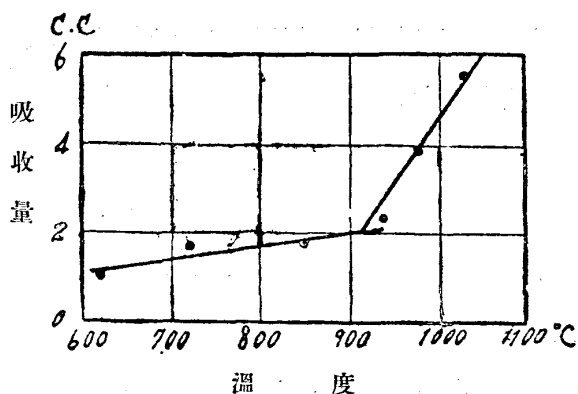
尙以上の外に固態及融態に於ける蒼鉛及びウツド合金（鉛、錫及蒼鉛）に付いてその水素吸収量を測定したのであるがこれらの場合には殆んど水素は吸収せられないと云ふ結果となつたのである。

VI 測定の結果の二——窒素の場合

(1) 鐵

鐵の窒化物の存在することは知られてゐる事實である故にこの場合には鐵と窒素との化合であつて

第十九圖 (Fe-N₂)

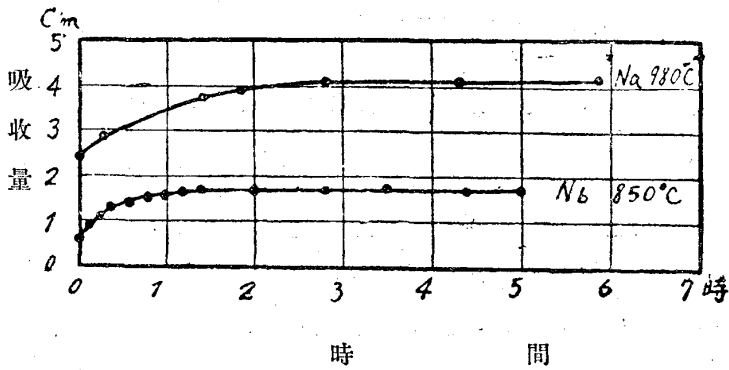


瓦斯吸収とは考へることが出来ない、併し鐵と窒素とが反應した如何なる窒化物を作るか、又其の窒化物の安定度、生成溫度等に付いては餘り明かでない。そこで著者は水素の場合と同様の方法で鐵と窒素とを接觸せしめて瓦斯の吸収せられる量を測り、化合物の生成又は固溶體等の成生を明かにせんとしたのである。實驗の結果によれば鐵と窒素とが相接觸する時直接に化合して窒化物を生ずる様なことなく、全く水素の場合と同様に唯吸収せられるものであることが知られた。

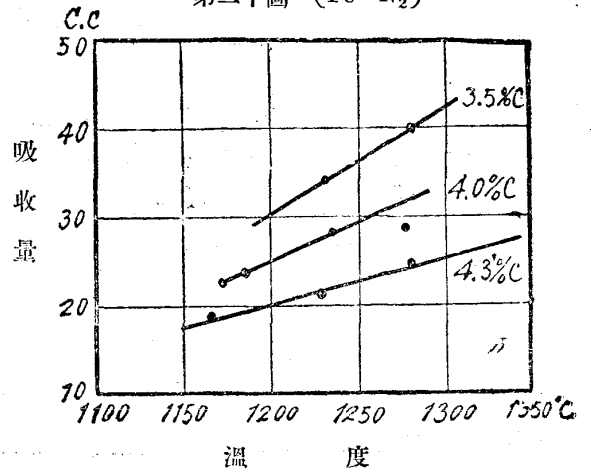
第19圖及び第10表は測定の結果を與ふるもので、100瓦の鐵は 620 °C に於いては僅かに 1.025 C.C. 1030 °C に於ては 5.495 C.C. (標準状態)の窒素を溶解するに過ぎない。吸収溫度率は α 及 γ 鐵何れの場合に於いても水素よりは小であるが、A₃ 變態點 910 °C に於て不連續を示すことは水素の場合と同様である。

Sievert の結果によれば鉄は窒素を溶解することなく、 γ 鉄のみが之を溶解しその吸収量は温度の上昇と共に減少してゐる。この點は著者の得た結果と全く反對である。且此の得た値は著者の夫より

第二十圖 (Fe-N₂)



第二十圖 (Fe-N₂)



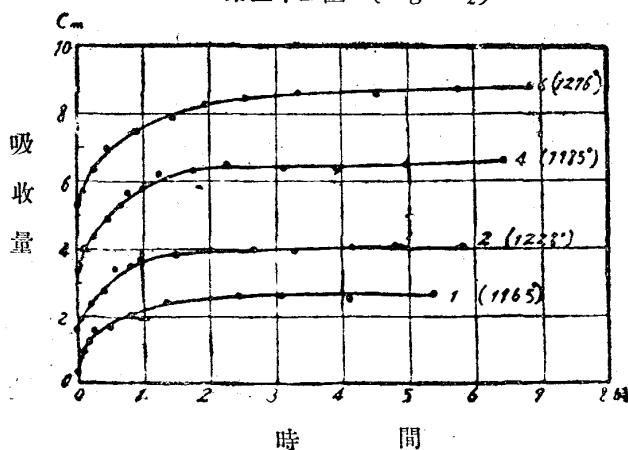
著しく大である。氏は鐵と窒素とが窒化物を作りこの化合物が温度の上昇に従つて解離度を増加する故に、その吸収量が温度の上昇と共に減少するものならんと説明してゐる。併し乍ら鐵はアンモニアと作用する時は容易に窒化物を生ずるけれども、鐵と分子状態の窒素とは中々化合物を作り難いのである。それ故に Sievert の説明は多少疑問の餘地がある。むしろ鐵と窒素とは固溶體を作りその溶解度が温度の上昇と共に増加するものと考え方が事實であらう。

第20圖は窒素吸収量と時間との關係を例示するものである。

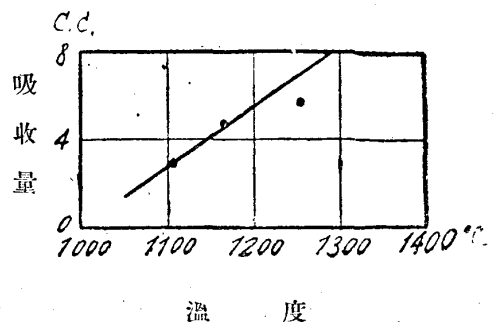
(2) 鑄鐵

窒素に付いても水素の場合と同様に 4.3%、4.0%、及 3.5% の鑄鐵試料の融體に付いてその瓦斯吸収量を測定したのである。蓋し爐瓦斯中には窒素を多少含有してゐる故に實驗の鑄鐵鑄物に付いて可なり重大なる意味を有するものと考えられるからである。測定の結果は第21圖及第11表に示す通りで、その水素の場合と特に異なるところはない、略類似した結果となつた、唯水素の場合よりも多量に窒素を吸収するのみであつた。

第二十二圖 (Pig-N₂)



第二十三圖 (Cu-N₂)



100 瓦の鑄鐵は例へば 1200 °C に於いて 36~23 C.C. の窒素を吸収し温度の下降するに随つて、又其の含有炭素量の減少するに従つてその吸収量は減少する。従つて其晶組成の鑄鐵をなるべく低温度に於て鑄造すればその含有瓦斯量は小である故に巢を少くすることが出来る。

第22圖は吸収量と時間との關係の數例を示すものである。

(3) 銅

銅の粉末20瓦及40瓦に就てその窒素吸収量を測定したけれども、之を認めることが出来なかつた、即ち銅は固態に於いては窒素を吸収せないものと云つてよい、次に融態銅に就て同様の實驗を行つたところ、明かに吸収するものであることが知られた。第 23 圖及び第12表はそれ等の實際の結果を示すものである。即 950 °C 迄に於ける瓦斯容積の減少は何れも實驗誤差の範圍であるが、1100 °C 以上に於いては少量の窒素を吸収し温度の上昇に従つてその吸収量は可なり増加し、例へば 1200 °C に於て 100 瓦の銅は凡 4C.C. の窒素を吸収することとなる。

第24圖は時間と吸収量との關係を示すものである。

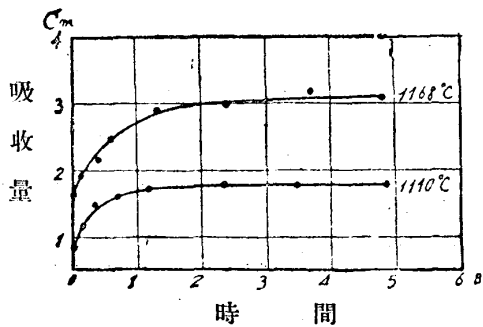
(4) アルミニウム

アルミニウムと窒素とは化合して窒化物を作ると稱せらるる故に、若し融體に於けるアルミニウムが窒素と化合するならば、瓦斯の減少量は餘程大であつて茲に考へてゐる瓦斯吸収とは同一視することが出来ない。然し乍ら窒化物の生成は純粹のアルミニウムに於いては起り難く、何等かの不純物の存在を必要とするとの説もある。従つてこの瓦斯吸収を測定すれば此の點に就いて何れが正しいかを知ることも出来る。

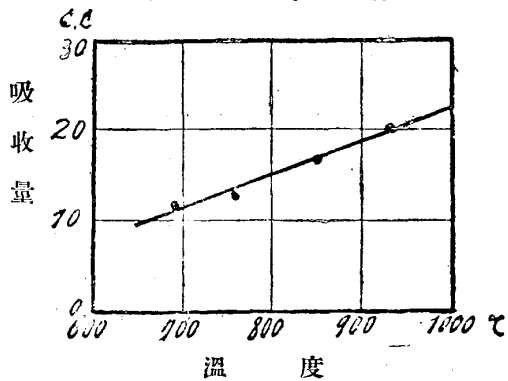
測定の結果は第25圖及び第13表に示す様に窒化物を生じたものとは考へられない程少量の瓦斯減少を示した故に、之は全く唯所謂吸収現象に由るものと見做すことが出来る、即ち純アルミニウムと分子狀窒素とを高温度に相接融せしむるも窒化物を生じないことが知られる。

アルミニウムの窒素吸収量は、その水素吸収量と略々相似てゐる。併し乍ら水素の場合に於いては

第二十四圖 (Cu-N₂)

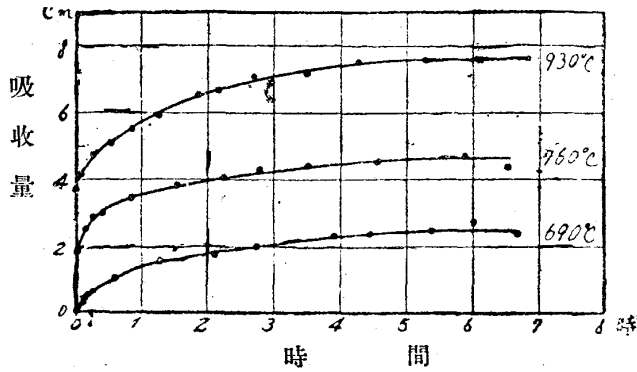


第二十五圖 (Al-N₂)

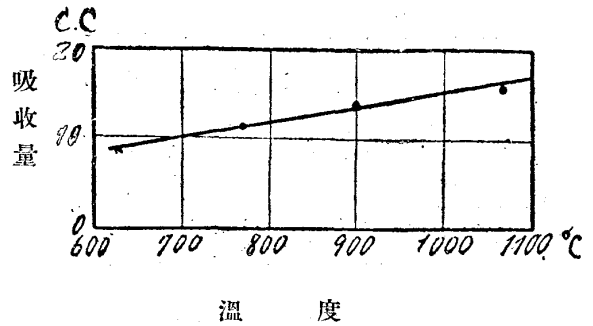


融點附近の吸収量少く、温度の上昇と共に吸収量が急激に増加するに反し、窒素の場合に於いては已に融點附近に於いても可なりの窒素を吸収し、その温度率は水素の場合よりも稍小である、900°C 附

第二十六圖 (Al-N₂)



第二十七圖 (Silumin-N₂)



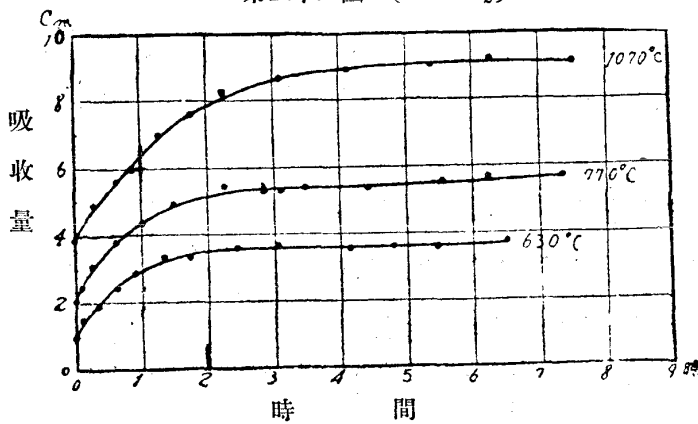
近に於いては水素も窒素もアルミニウムに吸収せられる量は略々相等しく、100 瓦の試料に就て凡 17 C.C. である。温度率から推算すればこれ以上温度を上昇せしめてその窒素吸収量は餘り多く増加せないものと見られる。

第26圖は吸収量と時間との關係を示すものである。

(5) シルミン

シルミンも亦アルミニウムと同様に融體に於いて窒素を吸収する性質をもつてゐる。測定の結果は

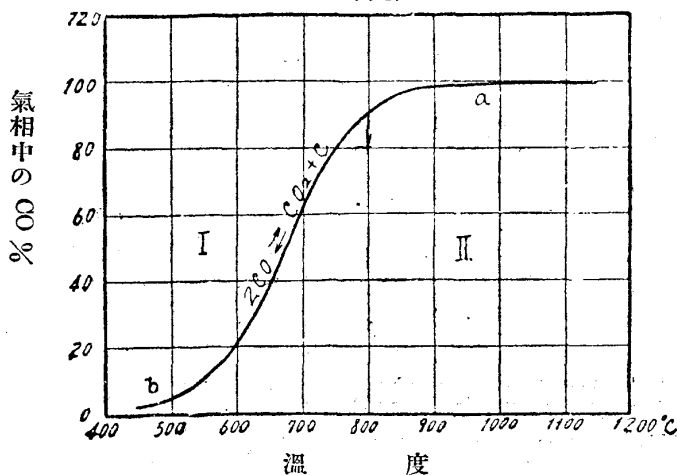
第二十八圖 (Sil.-N₂)



第27圖及び第14表に示す通りである。100瓦のシルミンは 600 °C に於て凡 8 C.C. の窒素を吸収しそれより温度 100 °C 上昇する毎に凡 1.8 C.C. を増加し 1000°C に於いては 15 C.C. の窒素を吸収する、即ち純アルミニウムよりも吸収量は稍小である。之をシルミンの水素吸収量と比較すれば凡そその 1/2 に當り著しく温度率が小である。

第28圖は吸収量と時間との關係を示すものである。

第二十九圖



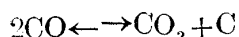
(6) 亜鉛、錫及びアンチモン

Sievert の測定に由れば窒素は銅、亜鉛、錫及アンチモンには吸収せられないことになつてゐる、この中、銅は (3) に述べた様に固體に於いては窒素を吸収せないけれども融體に於いては之を吸収することが明かとなつた。爾餘の三金属に於いて著者の測定した所に由れば Sievert の結果と同じでこれ等の金属は窒素を吸収しないことが明かにせられた。

VII 測定の結果の三——酸化炭素

(金屬の研究第二卷第三號の著者の鐵酸素炭素系の平衡に關する論文参照)

茲に酸化炭素と總稱するものは一酸化炭素(CO)及二酸化炭素即ち(CO₂)を指すものである。炭素と酸素よりなる二元系に於いては氣體化合物 CO 及び CO₂を生じこの二化合物間には第29圖で示される様な平衡状態が成立つものである。而して純粹なる炭酸瓦斯は僅少なから解離して酸素を生ずる故に高温度に於いては微弱ながら金屬を酸化する。又一酸化炭素は第29圖の曲線 a.b によつて示される次式の如き平衡状態になるべきものである。



従つて純粹なる CO は不安定であつて常にその温度に相當した平衡状態に達する爲に解離して炭素を遊離する。それ故に純粹なる CO₂を金屬に接觸せしむれば酸化作用が起り、又純粹なる CO を金屬に接觸せしめんとするも己にその一部は CO₂ 及 C に分解してゐることとなる。但しこの CO₂ の酸化作用は瓦斯の容積に何等の變化を及ぼさないものである故に金屬が多少 CO₂ の爲めに酸化せられるにしても、若し容積の減少があれば之を瓦斯吸収と見做し得る場合があると考へられる。又 CO は前記の式に示す様に解離すべきであるけれどもその解離速度は甚だ微少なものであつて、之が單獨に存在する場合には殆んど解離せぬものと見て差支へないことが證明せられてゐる。即ち CO の解離には接觸劑が必要で接觸劑の無い場合には解離しないと見て差支へない。それ故に CO を金屬に接觸せしむる時に上の解離式の如き容積半減の現象に遭遇しなければ、唯單に CO が其の金屬に吸収せられたものと考へることが出来る。それ故に著者は先づ純粹なる金屬又はその合金に純粹なる CO 又は CO₂ を種々の高温度に於いて相接觸せしめて、その時の瓦斯容積の減少量を測定し且つ減少速度をも注意して觀測して、これ等の瓦斯の吸収又は解離その他の反應を調べたのである。

(1) 鐵

高温度に於いて炭酸瓦斯は鐵を酸化し、一酸化炭素は鐵の存在に由つて速かに解離することは已によく知られた事柄である故に、此等の瓦斯を單獨に鐵と接觸させれば瓦斯の組成が變化して來る。著者は狹義の瓦斯吸収とは金屬が瓦斯と接觸せる時に瓦斯の組成が變化することなくして、唯其の容積が減少する現象と解してゐる。従つて鐵に對しては純粹なる炭酸瓦斯又は一酸化炭素の瓦斯吸収と云ふことはその意味が曖昧である。併し乍ら實際問題としては鐵鋼中に此等の瓦斯を吸収してゐることに關しては多くの研究がある故に疑問の餘地がない。果して然ば鐵鋼中に於いて此等の瓦斯は如何なる状態に含まれてゐるものであるかは頗る興味ある問題である。

之に付ては已に著者は金屬の研究の三月號に於いて悉く論じたのである故に茲にはその要點のみを記すこととしよう。

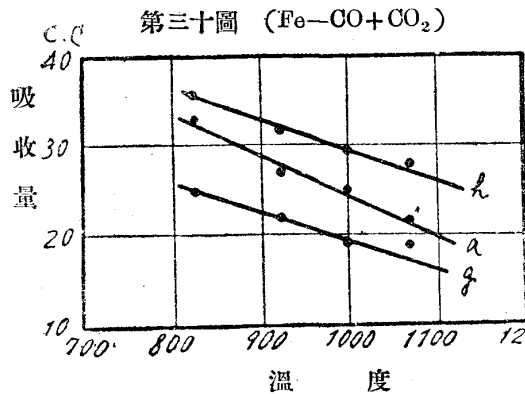
即ち著者はこの問題を解決するに當つて鐵、酸素、炭素系の平衡状態圖を理論的に導きて之に基いて鐵と接觸する時その組成を變化する恐れのない様な CO 及び CO₂ 混合瓦斯の組成を種々の温度に

於いて求め様な組成の瓦斯と鐵粉とを或る一定の温度（この温度は平衡状態圖にて定められる）に於て接觸せしめて瓦斯容積の減少量を測定したのである。温度が變れば瓦斯の組成も亦變化するのであるが、その變化は餘り著るしいものでない故に、或る一つの場合に於いては温度のみを變化させて、瓦斯の組成を變化させないで瓦斯吸収量を測定したのである。之は他の瓦斯の場合と比較し易からしむるためである。

鐵が之等の混合瓦斯を吸収すれば茲に鐵、酸素、炭素よりなる三元固溶體を生じたる故に、この混合瓦斯の飽和吸収量は即ちこの固溶體の溶解度曲線上の點を指すこととなる。従つて著者は理論上から導き得られた三元平衡圖中の γ -鐵固溶體の溶解度曲線上の三點 g、a 及び h 點（三點 g、a 及び h の内 g 及 h は酸化炭素と平衡する γ 固溶體の内夫々酸素及炭素を最も多く含む點で a は其の中間の任意の點である。）の組成を瓦斯吸収量により求めたのである。即ち g、a 及び h 點に相當する温度及瓦斯の組成は次の通りである。

測定温度と瓦斯の組成との關係

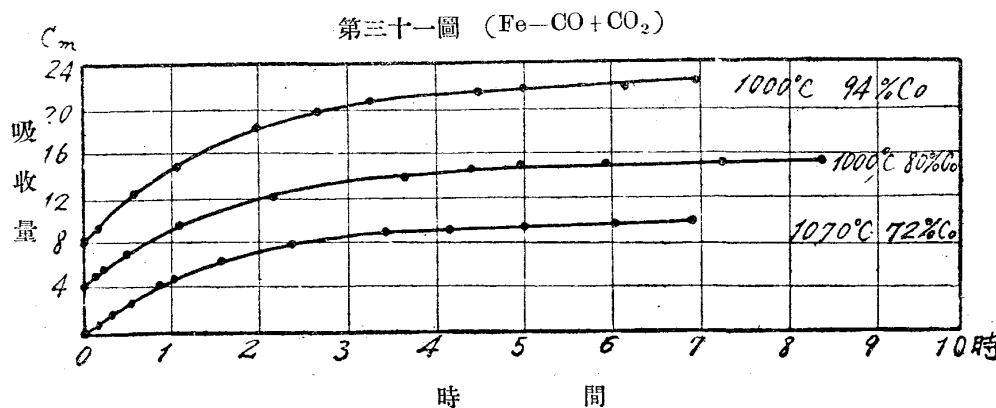
温度	g點に付いて	a 點に付いて	h 點に付いて
830°C	64%CO	80%CO	87%CO
925	67 "	"	91 "
1000	70 "	"	94 "
1070	72 "	"	95 "



即ち 830 °C における γ 鐵固溶體の溶解度曲線の三點 g、a 及 h の組成を定むるには鐵と 64%CO, 80%CO, 及 87% CO の混合瓦斯に付いてその飽和吸収量を測定し計算によつてその酸素及炭素百分率を定めたのである。その他の温度に付いても同様である。

瓦斯吸収現象としては温度の變化に由つてその吸収量が如何に變化するかを知らんとするのである故に、之は例へば g の組成が温度に由つて如何に變化するかを測定すればよい。従つて g 點に付いては上表の様に温度と共に瓦斯の組成を變化して吸収量を測定したのである。

測定の結果は第30圖及第15表に示してある通りである。若し斯様に理論的に推定された平衡状態圖に誤りがあるならばその爲めに瓦斯の解離を起して容積に激減する故に、混合瓦斯と鐵とを接觸せし



めた時にその吸収量と時間との關係が他の金属及瓦斯に於ける吸収の夫と著しく異なるところがある筈であるが、第31圖に示す様に時間と吸収せられて行く瓦斯の量との關係は全く

他の場合の瓦斯吸収と異なる。即ち上述の考察の正當であつて瓦斯の解離の起らないことを示すものである。

第30圖及び第15表から知られる通り鐵の混合瓦斯吸収は溫度と共に減少してゐる、即ち γ 固溶體の溶解度は溫度の上昇と共に減少することを知る。この減少は前數例に於ては認められなかつた現象である、尙その吸収量の多であることは注目に値する事柄である。吸収量を示す各點が稍不規則に各直線上に存在することは、前記の表に示した瓦斯の組成が眞の平衡状態における夫れよりも多少相違する爲に吸収現象以外の反應が少許ながら起つたものと考へるも、現在のところの三元系の平衡状態が定量的には確定せられてゐないのであるから止むを得ない。

鐵鋼中に含まれてゐるこれらの瓦斯を測定するには種々の方法が考案せられてゐる。例へば化學藥品によつて鐵を溶解しその際に發散する瓦斯量を測定する方法もあれば又眞空中にて加熱して含有する、瓦斯を發散せしめて測る方法もある。前者の測定結果 (Stahl, u. Eisen; 42 (1922), 445: Oberhoffer: 同上 42 803) に由ればその CO 及び CO₂ 含有量は前者の得た結果の凡そ 1/5~1/10 の程度であるが、後者の測定結果に依れば略その値は前者の得たのと同じ程度である。

以上に由つて鐵に對するこれらの瓦斯の吸収量は略々判明したのであるが、尙前者は一酸化炭素又は炭酸瓦斯と他の金屬を接觸せしむるに時に、その容積の變化と時間又は溫度との關係を求むるに當つて、單に吸収作用に由るものであるか又は反應を爲すに由るものであるかを知る爲に、試に純粹なるこれらの瓦斯を純鐵と接觸せしめてその瓦斯容積の變化する模様を觀察した。この場合の結果に由れば試料 20瓦は已に 300~400 °C 於て短時間内にピュレット内の瓦斯を全部消失せしめた故に、次には僅かに 1瓦の鐵に付いて僅かに 2時間後における瓦斯減少量を測定したのであるが、一酸化炭素の場合も無水炭酸(前者よりも少しくその程度が小である)の場合も 300~700 °C 附近迄は時間と共に殆んど直線的のその瓦斯容積の減少が認められ且その量は第15表の混合瓦斯の場合とは比較にならない程大であつたが、700 °C を越えると瓦斯の容積は反對に時間と共に著るしく増加したのである。一酸化炭素に付いて考ふればその解離に由つて著るしくその容積の減少することは説明せられるも、炭酸瓦斯が之と同様の現象を示す理由は想像し難い、又 700 °C 以上に於いて兩者とも同じく容積を増加した理由に至つてはこの三元系の複雑なる反應に由るものと考へられ興味ある研究問題である。

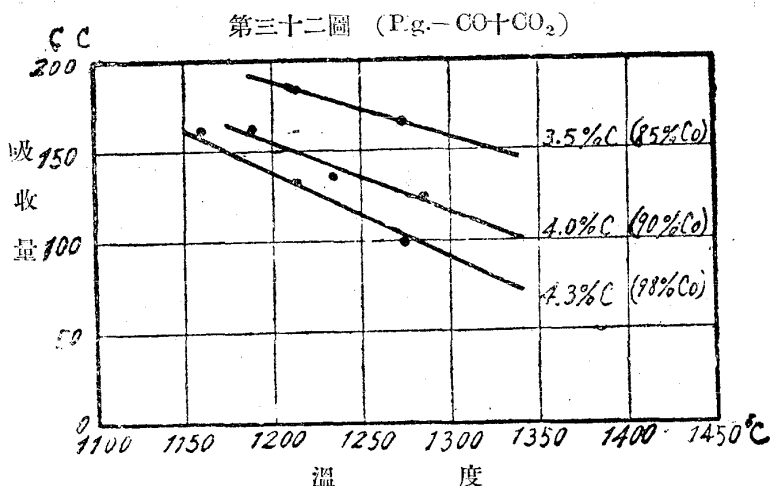
斯様な實驗によつて單に瓦斯が吸収せられたのでなく何等かの反應の起る際にはその容積減少速度が著るしく大であることが明かになつた故に、他の金屬の場合に於いても單に吸収せられるものであるか、反應を起せるものであるかの推定は幾分か手懸りが得られた譯である。

(2) 鑄鐵

鐵の場合と同様に鑄鐵に於ても純粹なる炭酸瓦斯又は一酸化炭素を以つて瓦斯吸収量は測定することは不可能である。この三元系の融態における平衡状態に付ては殆んば知られて居らない故に鐵の場合の様に理論的に平衡状態を推定して實驗を行ふことは稍困難である。併し乍ら鑄鐵の融點即ち1140

°C 以上に於いてはこの三元系に於いても融態に於いては唯一相のみと考へることが出来る故に。之と平衡する氣相は第30圖の界域IIの氣相であつて、その組成は圖の曲線a.b以下種々の百分率の CO₂ を含有してゐる。その中4.3~3.5%Cの鑄鐵と平衡するものは曲線 a.b に近い即ち CO に富んだ瓦斯であつて CO₂ に富む瓦斯は酸素に富む鐵の融態と平衡することは想像に難くない。それ故に 4.3%~3.5 %C の鑄鐵に對し著者は曲線 a.b に近い組成の混合氣體を接觸せしめて、その容積減少量を測定したのであるが、曲線 a.b が 1144°C 以上に於いては殆んどその組成が變らない故に温度を變化して吸収量を測定する際にも混合瓦斯の組成は一定に保つたのである。即ち鑄鐵の組成と混合瓦斯の組成とは次の通りである。

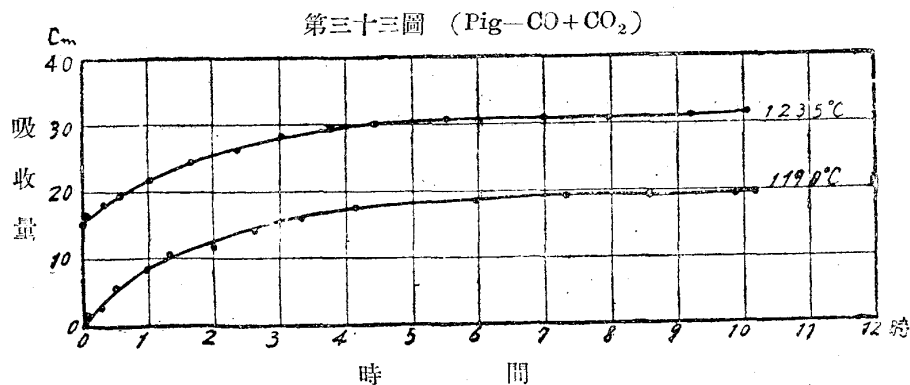
鑄鐵中の炭素量	{ 4.3%	{ 4.0%	{ 3.5%
瓦斯中の CO 量	{ 98%	{ 90%	{ 85%



以上の様な組成の鑄鐵と瓦斯とを接觸せしめる時に瓦斯の組成が變化するならば容積の減少は吸収せられた瓦斯量の外に反應によつて減少した瓦斯量をも含むことになる故に斯様な方法によつては鑄鐵の瓦斯吸収量は正確には測定し得ないこととなる。

併し乍ら前數例に於いて温度と瓦斯吸収量との關係は何れの場合に於いても常

に同傾向を示し、吸収量は温度の上昇と共に増加してゐるに反し、碳酸瓦斯と一酸化炭素の混合瓦斯の場合のみは吸収量が温度の上昇に伴つて減少したのである故に、鑄鐵に關する實際上的問題として



て石炭瓦斯に類似するこれらの混合瓦斯の吸収量を測定することは必要なことである故に、豫備實驗的に上述の如き組合せを以つて測定を行つたのである。

測定の結果は第32圖及び第16表に示す様に矢張り温度の上昇と共にその吸収量が減少し且つ上記の組合せの鑄鐵と瓦斯とは殆んど反應を起すことなくして吸収せられることが知られる。

100 瓦の鑄鐵 (3.5~4.3%C) は 1175~1275°C の範圍に於て凡そ 180~100C.C. の酸化炭素 (2~

15%CO₂、98~85%CO) を吸収し、その組成に付いて云へば鑄鐵中の炭素量の少い程その吸収量は
大である。之れより推察すれば鋼に於いては可なり多量の瓦斯を吸収すると考へられる。鑄鐵の巢の
原因を主としてこれらの瓦斯に由るものとすれば含炭量の大なる程、又湯の温度の高い程巢は減少す
ることが知られる。

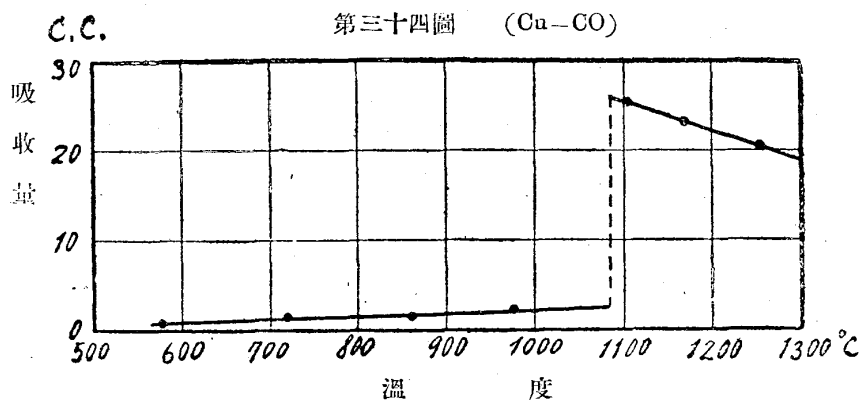
Mecance (Journ. Iron & Steel Inst. 1918, 239)は鑄鐵の巢の原因を炭酸瓦斯に皈し一酸化炭素は
巢の主なる原因とはならないと述べてゐる。最近 (Lobley 及び C. L. Betts (Journ. Iron & Steel
Inst. 1925 May Meeting. (Advance proof)はアームコ鐵と熔融し之に 1500~2000 °C の高温度に於
いて純粹なる一酸化炭素又は炭酸瓦斯を30分間通じ爐中冷却を行つて巢の容積を測定し、Mecance と
同様の結果を得てゐる。併し乍らアームコ鐵に純粹なる一酸化炭素を接觸せしむれば、瓦斯は解離を
起して炭酸瓦斯を生じ、純粹なる炭酸瓦斯を接觸せしむれば酸化作用を起して一酸化炭素を生ずるこ
とは明かである故に、鐵に對してこれらの純粹なる瓦斯を單獨に接觸せしむるも、茲に著者の行つた
實驗の如き意味の瓦斯吸収を知ることは出来ない。且つ瓦斯を通じたる時間が僅かに30分であるから
各温度に於ける飽和溶解度を與へるものでない。

上記の如く鑄鐵の酸化炭素吸収量は他の金屬又は瓦斯の場合に比して著るしく大である故に吸収量
測定前に於ける真空排氣時間はすべて30分としたのである。

(3) 銅と一酸化炭素

一酸化炭素の氣流にて銅を 550 °C 以上に加熱すれば少量の無水炭酸を生ずる様に考へられてゐ
る、果して然らば純粹なる一酸化炭素が銅に由つて吸収せられる量を測定することは出来ないことと
なる、然し乍ら著者がこの實驗に使用する一酸化炭素は瓦斯精製装置として一米許りの加熱せられた
銅網上を通過して來た瓦斯である故に若し無水炭酸を生ずるものならばこの精製せられた瓦斯を定量
すればその存在を検出し得る筈である。然るにその定量の結果に由れば殆んど無水炭酸の存在を認め
ることが出来なかつた。従つて斯様に精製せられた瓦斯が銅と接觸する時にその容積を減少したなら

ば之は銅に吸収せられたものと
考へて差支へない。

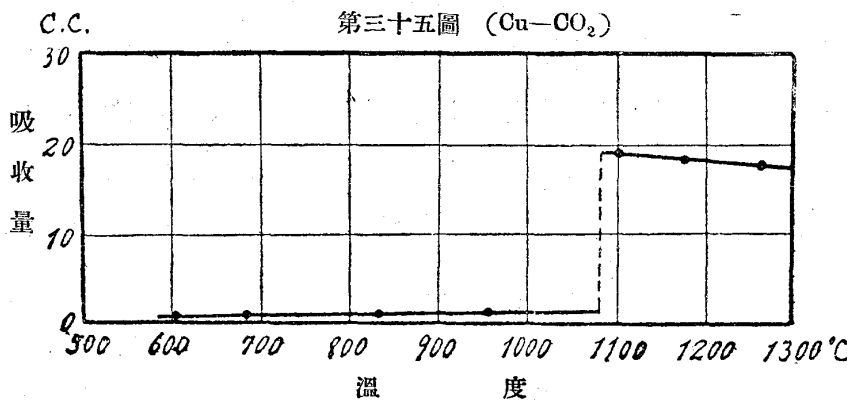


測定の結果は第34圖及第17表
に示す通りである。即ち銅は固
體に於いて微量乍ら一酸化炭素
を吸収しその量は温度の上昇と
共に増加し凝固點に於いては 1
00 瓦の銅は凡そ 24C.C. を吸収

する。然るに融態に於いてはその吸収量は著るしく大であつて、しかも温度の上昇に隨つて少しくそ
の吸収量を減じ、100瓦の銅は融點に於いて凡 26 C.C. を吸収する割合である。

(4) 銅と炭酸瓦斯

銅と炭酸瓦斯とは赤熱に於いて少しく一酸化炭素を生ずるとの説を爲すものあるけれども、之は銅が少量の眞鍮又は鐵を混在してゐる不純な場合であつて、純粹なる銅は炭酸瓦斯に由つては酸化せられないものと見られる。著者の實驗の場合には純粹な銅を使用するのである、故に一酸化炭素を生ずる恐れはない。且つ容積の減少は吸収以外には起らない、何となれば炭酸瓦斯が一酸化炭素と酸素とに解離する時は容積の増加を伴ふからである。



測定の結果に由れば第35圖及第18表に示す様に固體の銅は極めて微量の炭酸瓦斯を吸収し融態の銅は可なり多量の炭酸瓦斯を吸収する。温度に對しては一酸化炭素の場合と同様に固體に於いては温度の上昇に伴つて極く少量の増加が認められ融體に於いては之と反對

に少量の減少が認められる。

總 括

1. 鐵、銅、錫、銻、アルミニウム、亜鉛等の純粹なる金属及び鑄鐵、シルミン、青銅等の合金に就て水素、窒素及び酸化炭素の飽和吸収量を各温度に就て一氣壓の元に於いて測定した。
2. 融態に於ける吸収量は固態に於ける夫に比較して著しく大である。
3. 吸収量と温度との關係は酸化炭素の場合の外はその上昇と共に増加した。
4. 酸化炭素は温度の上昇と共にその吸収せられる量が減少する。
5. 水素は鐵、銅、亜鉛、銻、(錫)、アルミニウム、鑄鐵、青銅及びシルミンに由つて吸収せられる。但し()を附してあるものは融態に於いてのみ吸収せられるものを示す。
6. 窒素は鐵、(銅)、アルミニウム、シルミン及び鑄鐵には吸収せられ亜鉛、錫及び銻には吸収せられない。
7. 酸化炭素は鐵、銅及び鑄鐵には吸収せられるも亜鉛、錫、銻、には吸収せられない。
8. 鐵の水素及び窒素吸収の温度率は α 及 γ 状態に於いて異つてゐる。

終に臨み著者は本實驗に際し終始御懇篤なる御指導を賜つた本多先生に謹んで感謝の意を表します。

第一表 鐵と水素

試料番 料號	溫度 (°C)	ピュレット の讀み(糧)	室溫 (°C)	瓦斯容積 (C.C)	測定 時間 時分	吸収量 (C.C.)	試料 100瓦 の吸収量 (C.C.)	備 考
1	200	19.00	24.30	20.176	0 0	0.337	1.685	試料20瓦
		18.16	25.50	19.839	4-0			
2	220	36.56	26.00	27.570	0	0.407	2.035	"
		34.72	25.26	27.173	5-0			
3	280	-4.77	25.93	8.897	0	0.601	3.020	"
		-5.94	24.95	8.293	4-0			
4	300	50.82	24.60	35.676	0	0.720	3.600	"
		49.74	22.31	34.956	5-0			
5	310	9.46	18.27	16.693	0	0.729	3.615	"
		7.93	18.12	15.964	5-10			
6	366	38.82	26.71	29.650	0	0.805	4.025	"
		37.36	27.70	28.845	4-46			
7	410	24.15	23.92	23.425	0	1.024	5.120	"
		19.75	23.80	22.401	5-0			
8	460	10.80	28.20	16.954	0	1.201	6.005	"
		8.61	28.25	15.753	5-42			
9	520	16.25	26.21	8.869	0	1.196	6.980	"
		13.62	26.72	7.673	5-28			
10	579	25.60	26.37	23.906	0	1.570	7.850	"
		22.30	26.30	22.336	5-10			
11	658	37.00	27.60	28.054	0	1.857	9.285	"
		33.35	27.60	26.197	5-33			
12	740	21.14	27.01	21.119	0	2.213	11.065	"
		16.41	26.41	18.906	6-0			
13	800	19.95	31.00	20.296	0	2.384	11.925	"
		14.81	30.40	17.912	6-0			
14	900	49.49	25.16	21.897	0	2.665	13.325	"
		42.57	26.32	19.232	6-30			
15	920	34.17	25.20	26.892	0	2.927	14.635	"
		28.15	25.03	23.965	6-30			
16	931	15.35	23.42	19.214	0	3.114	15.570	"
		8.80	23.81	16.097	6-31			
17	964	40.85	24.46	30.233	0	4.332	21.660	"
		32.11	25.82	25.901	6-46			
18	1010	19.70	28.80	20.307	0	5.240	26.200	"
		10.72	27.40	15.167	7-0			
19	1079	29.00	23.19	25.776	0	6.932	34.660	"
		14.21	21.03	18.844	8-30			

上表中瓦斯容積及び吸収量は 0°C. 760 耗の標準状態に換算せるもので又瓦斯容積は水銀面から活栓下迄の中に存在する量である。

第二表 鑄鐵と水素

試料番 料號	溫度 (°C)	ピュレット の讀み(糧)	室溫 (°C)	瓦斯容積 (CC)	測定 時間 時分	吸収量 (CC)	試料 100瓦 の吸収量 (°C)	備 考
1	1160	37.69	19.56	17.812	0 0	0.737	14.740	試料 5瓦
		35.81	18.25	17.075	7-45			
2	1195	47.70	19.32	19.842	0	0.837	16.780	"
		45.80	19.89	19.003	8-0			

3	1260	45.43 42.81	19.57 19.29	20.965 19.919	.0 7-50	1.046	20.920	"
4	1180	45.40 43.28	18.56 21.30	21.019 19.959	0 7-42	1.060	21.200	"
5	1203	47.31 44.05	21.33 22.07	19.540 18.372	0 9-15	1.168	23.360	"
6	1265	47.29 44.21	19.72 22.67	21.701 20.356	0 7-45	1.345	26.900	"
7	1185	44.20 41.51	19.52 21.07	20.464 19.281	0 7-42	1.183	23.660	"
8	1261	38.57 35.21	18.97 19.68	18.210 16.780	0 7-29	1.430	28.600	"
9	1283	43.11 40.45	20.00 20.80	18.334 16.729	0 9-18	1.629	32.580	"
10	1000	42.38 41.05	17.26 19.13	19.839 19.216	0 4-0	0.623	3.115	"
11	1100	58.30 55.85	17.59 18.93	26.298 25.216	0 4-42	1.082	5.410	"
12	1017	51.71 49.27	16.88 19.00	23.703 22.555	0 5-0	1.148	5.740	"
13	1108	28.68 25.03	17.50 19.55	14.238 12.613	0 5-0	1.625	8.125	"
14	1016	35.20 31.21	17.26 18.57	16.9102 15.218	0 5-0	1.684	8.420	"
15	1112	49.65 43.78	18.16 19.25	22.761 20.250	0 6-0	2.511	12.555	"

試料 1~3 = 4.3% C 4~6 = 4.0% C
 7~9 = 3.5% C 10~11 = 4.3% C
 12~13 = 4.0% C 14~15 = 3.5% C

第三表 銅と水素

試料番	温度(°C)	ピュレットの読み(糧)	室温(°C)	瓦斯容積(C.C.)	測定時間 時分	吸収量(C.C.)	試量100瓦の吸収量(C.C.)	備考
1	242	22.37 22.46	25.74 24.63	12.708 12.246	0 0 4-7	0.362	1.810	試料20瓦
2	460	26.32 26.22	35.99 37.85	18.012 17.334	0 4-0	0.678	3.390	"
3	574	24.62 25.01	36.28 34.22	16.831 16.022	0 4-10	0.809	4.045	"
4	696	18.72 22.41	40.05 38.23	18.669 17.723	0 4-30	0.946	4.730	"
5	763	19.61 20.60	41.03 38.37	19.030 17.844	0 4-30	1.186	5.930	"
6	881	24.21 24.27	24.17 20.92	11.966 10.741	0 5-0	1.244	6.220	"
7	1000	23.63 23.55	37.33 33.60	17.302 15.762	0 5-0	1.540	7.700	"
8	1118	28.21 29.02	19.64 4.32	6.588 4.040	0 7-0	2.548	12.740	"
9	1198	27.12 27.64	11.28 4.38	6.875 4.085	0 7-12	2.790	13.950	"
10	1285	25.34 26.58	11.46 3.76	6.981 3.863	0 7-15	3.118	15.590	"

第四表 錫と水素

試料番	料號	溫度 (°c)	ビュレットの読み(粒)	室溫 (°c)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 (時分)	吸収量 (c.c.)	試料100瓦斯の吸収量 (c.c.)	備考
1		400	4.34	24.02	4.089	0 0	0.088	0.440	試料20瓦
			4.02	24.40	4.001	4-28			
2		553	4.66	23.65	4.307	0	0.115	0.575	"
			4.53	23.97	4.192	3-35			
3		704	10.65	21.71	6.733	0	0.141	0.705	"
			10.22	21.82	6.592	5-40			
4		798	9.53	23.04	6.213	0	0.187	0.935	"
			9.04	23.57	6.056	5-0			
5		900	27.73	24.32	11.163	0	0.281	1.405	"
			27.18	24.99	10.882	5-42			
6		1005	7.54	21.30	5.463	0	0.292	1.165	"
			6.86	21.53	5.171	5-0			

第五表 錫と水素

試料番	料號	溫度 (°c)	ビュレットの読み(粒)	室溫 (°c)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 (時分)	吸収量 (c.c.)	試料100瓦斯の吸収量 (c.c.)	備考
1		200	40.97	15.21	19.332	0 0	0.124	0.620	試料20瓦
			41.06	16.10	19.208	3-35			
2		290	30.21	18.31	14.667	0	0.179	0.895	"
			30.80	20.19	14.488	4-0			
3		400	53.01	15.42	24.143	0	0.280	1.400	"
			52.10	15.33	23.863	4-31			

第六表 アルミニウムと水素

試料番	料號	溫度 (°c)	ビュレットの読み(粒)	室溫 (°c)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 (時分)	吸収量 (c.c.)	試料100瓦斯の吸収量 (c.c.)	備考
1		695	41.38	18.34	17.239	0 0	0.203	2.030	試料10瓦
			41.09	19.55	17.039	4-30			
2		730	35.55	19.63	14.700	0	0.426	4.260	"
			31.67	20.37	14.274	4-48			
3		824	24.63	17.62	10.109	0	1.102	11.020	"
			22.37	19.77	9.007	6-15			
4		873	53.60	17.77	22.502	0	1.442	14.420	"
			50.40	18.51	21.060	9-3			
5		922	53.60	16.31	22.615	0	1.816	18.160	"
			49.87	18.62	20.799	9-45			

第七表 シルミンと水素

試料番	料號	溫度 (°c)	ビュレットの読み(粒)	室溫 (°c)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 (時分)	吸収量 (c.c.)	試料100瓦斯の吸収量 (c.c.)	備考
1		605	35.44	18.32	14.755	0 0	1.134	11.34	試料10瓦
			33.01	18.97	13.621	5-0			
2		700	10.80	18.77	6.885	0	1.687	16.87	"
			6.84	20.51	5.128	6-0			
3		800	50.84	21.51	21.060	0	2.605	26.05	"
			44.90	21.88	18.455	7-0			

第八表 亜鉛と水素

試料番 料號	温度 (°C)	ピュレット の読み(糧)	室温 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定 時間 時 分	吸収量 (c.c.)	試料 100瓦 の吸収量 (c.c.)	備 考
1	206	34.71	18.31	16.498	0 0	0.110	0.550	試料20瓦
		34.05	16.00	16.388	4-0			
2	310	37.63	18.81	17.653	0	0.232	1.160	"
		37.23	19.99	17.421	4-0			
3	400	54.37	18.49	24.434	0	0.346	1.730	"
		53.72	19.11	24.088	5-0			

第九表 青銅と水素

試料番 料號	温度 (°C)	ピュレット の読み(糧)	室温 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定 時間 時 分	吸収量 (c.c.)	試料 100瓦 の吸収量 (c.c.)	備 考
1	720	45.00	23.20	18.459	0 0	0.443	2.215	試料20瓦
		44.40	26.51	18.016	5-0			
2	800	10.14	24.07	6.469	0	0.653	3.265	"
		8.63	26.44	5.816	5-12			
3	888	32.76	23.50	13.320	0	0.793	3.965	"
		31.30	27.21	12.527	5-10			
4	800	55.30	25.00	22.678	0	0.953	4.765	"
		53.33	26.50	21.725	5-45			
5	895	47.60	20.37	19.745	0	1.266	6.330	"
		45.06	23.30	18.479	6-3			
6	975	29.47	26.78	11.791	0	1.356	6.780	"
		26.37	27.82	10.435	7-3			
7	860	58.00	24.21	23.857	0	1.348	6.740	"
		55.14	26.03	22.509	6-27			
8	962	11.52	22.35	7.089	0	1.870	9.350	"
		7.00	23.51	5.219	7-2			
9	1065	52.00	25.32	21.508	0	2.024	10.120	"
		48.30	27.38	19.584	6-58			

試料 1~3=Cu 25% 4~6=Cu 50% 7~9=Cu 75%

第十表 鐵と窒素

試料番 料號	温度 (°C)	ピュレット の読み(糧)	室温 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定 時間 時 分	吸収量 (c.c.)	試料 100瓦 の吸収量 (c.c.)	試 料
1	620	45.50	18.21	20.915	0 0	0.205	1.025	試料20瓦
		45.20	18.60	20.710	3-41			
2	722	18.20	26.08	20.390	0	0.331	1.655	"
		17.48	26.28	20.059	4-0			
3	852	71.43	20.33	31.192	0	0.355	1.765	"
		70.45	20.00	30.839	5-1			
4	940	48.30	19.74	21.883	0	0.457	2.285	"
		47.49	21.63	21.426	5-38			
5	980	50.60	20.20	22.717	0	0.763	3.815	"
		48.81	21.81	21.954	5-53			
6	1030	80.91	19.21	19.019	0	1.099	5.495	"
		38.72	22.22	17.920	5-30			

第十一表 鑄鐵と窒素

試料番	料號	溫度 (°C)	ビュレットの読み(粒)	室溫 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 時分	吸収量 (c.c.)	試料 100瓦の吸収量 (c.c.)	備考
1		1165	39.65 37.30	20.38 21.30	16.365 15.331	0 0 5-23	1.039	18.509	試料 5,6瓦
2		1228	50.40 47.90	20.00 21.47	20.961 19.789	0 5-50	1.172	20.979	〃
3		1280	55.21 52.20	21.62 23.15	22.894 21.521	0 6-20	1.373	24.516	〃
4		1185	58.60 55.38	21.00 20.40	24.347 23.054	0 6-28	1.293	23.545	〃
5		1235	43.70 39.88	19.29 19.00	20.301 18.752	0 7-54	1.549	28.037	〃
6		1276	53.70 50.17	19.26 21.16	22.442 20.857	0 6-50	1.585	28.689	〃
7		1232	47.60 43.45	20.12 22.47	19.760 17.867	0 7-3	1.893	34.263	〃
8		1280	44.19 38.89	17.01 18.50	20.631 18.380	0 7-50	2.251	40.743	〃
試料		1~3=C 4.3%		4~6=C 4.0%		7~8=C 3.5%			

第十二表 銅と窒素

試料番	料號	溫度 (°C)	ビュレットの読み(粒)	室溫 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 時分	吸収量 (c.c.)	試料 100瓦の吸収量 (c.c.)	備考
1		871	61.45 61.43	21.91 21.81	26.973 26.971	0 0 7-0	0.002	—	試料 20瓦
2		903	42.25 40.49	20.00 21.91	18.652 18.651	0 7-0	0.001	—	〃
3		672	71.41 71.50	19.02 19.31	30.927 30.924	0 7-0	0.003	—	40瓦
4		947	37.58 37.38	15.09 16.81	17.774 17.765	0 7-0	0.009	—	〃
5		1110	52.16 51.20	20.62 23.33	21.640 21.067	0 4-50	0.573	2.865	20瓦
6		1168	55.40 53.91	20.17 23.69	23.082 22.162	0 4-49	0.920	4.600	〃
7		1255	45.00 42.77	21.55 24.95	18.562 17.423	0 5-40	1.139	5.695	〃
8		1320	53.38 51.58	20.80 23.64	21.168 20.260	0 6-7	0.908	9.08	10瓦

第十三表 アルミニウムと窒素

試料番	料號	溫度 (°C)	ビュレットの読み(粒)	室溫 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 時分	吸収量 (c.c.)	試料 100瓦の吸収量 (c.c.)	備考
1		690	40.93 38.65	15.38 18.67	17.237 16.050	0 0 6-40	1.187	11.87	試料 10瓦
2		760	45.20 42.65	16.52 19.84	18.936 17.691	0 6-32	1.245	12.45	〃

3	850	53.52 50.42	16.31 20.95	22.566 20.905	0 7-54	1.661	16.61	試料10瓦
4	930	53.30 49.47	17.21 22.00	22.422 20.412	0 6-52	2.010	20.10	"

第十四表 シルミン と 窒素

試料番	料號	温度 (°C)	ビュレット の読み(粒)	室温 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 時 分	吸収量 (c.c.)	試料 100瓦 の吸収量 (c.c.)	備考
1	630	41.03 38.21	20.00 21.89	16.993 15.717	0 0 6-30	1.276	8.56	試料15瓦	
2	770	39.93 36.24	19.57 21.16	16.579 14.912	0 7-20	1.667	11.11	"	
3	900	46.82 42.17	20.87 18.77	19.495 17.405	0 7-45	2.089	13.93	"	
4	1070	54.13 48.94	18.51 20.00	22.669 20.345	0 7-30	2.324	15.49	"	

第十五表 鐵と炭酸瓦斯及び一酸化炭素混合物

試料番	料號	瓦斯中の CO%	温度 (°C)	ビュレット の読み(粒)	室温 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 時 分	吸収量 (c.c.)	試料 100瓦 の吸収量 (c.c.)
1	80	830	48.97 32.50	16.00 15.71	22.426 15.756	0 0 9-42	6.670	33.350	
2	80	925	29.83 16.53	15.68 14.36	14.671 9.250	0 8-0	5.421	27.105	
3	80	1000	46.92 34.80	13.81 15.11	21.741 16.667	0 8-27	5.074	25.370	
4	80	1070	42.20 30.41	15.44 15.52	19.253 14.896	0 7-26	4.357	21.785	
5	64	830	72.53 60.80	12.39 13.70	32.536 27.505	0 6-42	5.031	25.155	
6	67	925	47.18 36.57	14.38 16.00	21.815 17.422	0 7-51	4.393	21.965	
7	70	1000	46.98 37.71	12.82 13.61	21.835 17.981	0 6-41	3.854	19.270	
8	72	1070	59.83 50.07	13.60 12.33	27.001 23.205	0 6-57	3.795	18.980	
9	87	830	39.02 21.82	14.63 16.26	18.500 11.349	0 7-32	7.151	35.755	
10	91	925	37.38 22.36	13.00 16.21	17.901 11.575	0 7-0	6.326	31.630	
11	94	1000	29.07 14.98	14.31 14.86	14.406 8.531	0 7-0	5.875	29.375	
12	95	1070	37.50 23.51	15.97 16.27	17.686 12.119	0 7-0	5.567	27.835	

第十六表 鑄鐵と酸化炭素 (CO+CO₂)

試料番	料號	温度 (°C)	ビュレット の読み(粒)	室温 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定時間 時 分	吸収量 (c.c.)	試料 100瓦 の吸収量 (c.c.)	備考
1	1215	36.03 13.62	17.27 16.37	17.246 8.016	0 0 10-28	9.200	184.00	試料 Plg 3.5% C=5瓦	

2	1275	43.50 23.27	16.92 17.65	20.356 12.002	0 10-27	8.351	167.03	試料は 3.5% C5瓦
3	1190	26.00 6.19	16.80 17.24	13.179 4.947	0 10-12	6.232	164.61	" 4.0% C5瓦
4	1235	46.72 30.25	16.44 17.53	21.711 14.882	0 10-4	6.829	136.58	"
5	1285	41.36 26.21	17.70 16.84	19.446 13.250	0 10-6	6.196	123.92	"
6	1175	45.98 26.37	17.30 17.88	21.344 13.297	0 10-10	8.047	160.94	試料は 4.3% C5瓦
7	1225	48.00 31.56	17.00 16.83	22.174 15.463	0 10-20	9.711	134.22	"
8	1280	46.00 33.76	18.05 17.38	21.309 16.328	0 9-53	4.981	99.62	"

第十七表 銅と一酸化炭素

試料番 號	溫度 (°C)	ビュレット の読み(°C)	室溫 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定 時間 時分	吸収量 (c.c.)	試料100瓦 の吸収量 (c.c.)	備考
1	579	51.90 52.21	17.22 19.93	23.544 23.378	0 0 4-0	0.134	0.670	試料20瓦
2	722	24.75 24.13	20.69 21.32	12.407 12.111	0 4-0	0.296	1.480	"
3	861	29.37 28.67	14.40 15.70	14.532 14.183	0 4-31	0.349	1.745	"
4	980	43.24 42.23	18.11 18.79	19.964 19.525	0 5-0	0.439	2.195	"
5	1105	41.74 33.03	16.00 17.90	18.767 13.671	0 8-0	5.096	25.480	"
6	1173	46.86 35.34	16.86 17.47	21.714 16.998	0 8-0	4.716	23.580	"
7	1256	47.06 37.24	16.56 17.99	21.841 17.730	0 8-0	4.111	20.555	"

第十八表 銅と炭酸瓦斯

試料番 號	溫度 (°C)	ビュレット の読み(°C)	室溫 (°C)	瓦斯容積 (c.c.)	測定 時間 時分	吸収量 (c.c.)	試料100瓦 の吸収量 (c.c.)	備考
1	607	62.20 61.85	25.61 23.32	27.058 26.992	0 0 4-0	0.066	0.330	試料20瓦
2	686	54.53 54.72	21.72 24.33	24.221 24.139	0 4-0	0.082	0.410	"
3	835	60.40 60.22	24.31 25.00	26.380 26.214	0 4-0	0.166	0.830	"
4	959	41.80 41.25	24.00 23.48	31.883 31.666	0 4-0	0.217	1.170	"
5	998	60.22 90.35	22.99 24.61	26.328 26.094	0 5-0	0.234	1.170	"
6	1105	30.65 21.54	16.37 17.00	15.113 11.349	0 8-0	3.764	18.820	"
7	1179	25.70 29.30	16.37 18.21	17.179 14.464	0 7-40	3.715	18.575	"
8	1268	43.70 35.49	16.17 16.98	20.504 17.055	0 7-55	3.449	17.245	"