

靈石耿步蟾著

驗
鑛
學
大
意

上海中華書局印行

驗鑛學大意序

吾常爲青年學者言爲學之旨曰，學以致用，謂學此學卽當思所以用此學，庶所學不至爲空言也。然在吾輩成年者言，則又當以因用求學自勉，蓋當職務殷繁，案牘勞其形，酬應疲其力，回思昔日所學以爲迂闊者有之，以爲空虛者有之，以是去學日遠，而任事精神亦漸致退化，默察當世往往然也。惟有志之士，能因需用之殷，益感求學之切，亦惟不忘其所學，故能克勝其所職，若是者吾於耿君桂亭有焉。耿君任山西農鑛廳長方逾年，卽於公餘成驗鑛學大意一書，夫山西吾國鑛產最富之省也，二十年來，耿君試驗於室內，探勘於野外，已嘗致其研究啟發之功，既有鑛質分析之刊，更有鑛務報告之著，言山西鑛業者亦旣人手一編矣。今任農鑛廳長，山西煤鐵鑛產幾乎遍地皆是，而經營之者又多分區各立壤地隘小，故一地之中鑛區林立，統計全省數實可驚，鑛政之繁可以想見。乃猶有餘力從事於專門著作，豈惟不忘其

所學，吾知其必將因研究之精神而益宏其建設之事業也。至於耿君所謂驗鑛之學，吾國古昔雖未嘗無人從事，試讀天工開物一書，即可略窺中國古代鑛冶技術，然古代技術行之而不能知之，則其行之也亦不能盡善，尤不易進步，自半世紀以來，新學東漸，譯著漸興，如華衡芳之金石識別，以鑛物學驗鑛也，潘松之求鑛指南，王汝駟之相地探金石法，以地質學驗鑛也，沈陶璋之鑛學考質，以化學合地質學以驗鑛也，若是諸籍，當時譯者亦未嘗不殫竭苦心，然而迄今徒束高閣，未能應用者，殆以譯之者初既未嘗習其事，繼更未嘗驗其用，徒知裨販舊說，亦適成其爲紙上空言而已。近頃以來此項著述反甚少見，豈以學之者不甚應用用之者不更求學之故歟。耿君既實際從事於驗鑛之學有年，復出其心得著爲此書，其親切而適於實用也可以預必，且吾知耿君之意尤必欲讀此書者，由此驗鑛之學，進而以學驗鑛，庶幾地盡其利，物盡其用，而人之才亦不虛也，因以己意序之。

中華民國十九年一月鄞縣翁文灝序

自序

訓政時期，首重建設，然欲創造建設之事業，必須預求建設之人才。

總理最初主張，卽以人盡其才，地盡其利，物盡其用，貨暢其流，爲富强大經，治國大本之原則，而四者之中，尤以人盡其才爲首者，良以建設之要，最重科學，科學發達，必需人才，人才缺乏，而欲建設程序，日起有功也，勢必不能。現代歐美各國，物質文明，極形發展，推原其故，實賴昌明之科學，以供研究，而專門鉅子，又復殫其畢生腦力，以從事一藝，故能精益求精，日新月異，我國科學幼稚，技術不良，建設人才，極感缺乏，凡百事業，人則事半功倍，我則事倍功半，所以民族精神，頗見消沉者，職是之故。

總理有言曰；要去學歐美之所長，然後才能和歐美並駕齊驅。如果不學外國的長處，我們仍要退後。夫歐美之所長者何，卽物質文明是已。我國人其真甘於退後乎！否則舍造就科學人才外，其道莫由。惟是歐美近百年來，

科學著述，種類極多，彼都學子，於學校課程外，得以多方參考，廣事研究，我國興學，雖亦歷有年所，而學子除對於校中所授課程外，殊鮮參考書籍。又以外國文字教授，長有翻譯之勞，且一般有志實業者，更無啓發智識之行導。種種困難，實足爲科學不能發達之明證。余自留英返國後，從事理工科學教育，十餘載於茲。平時迭受感想，深知此中困難情狀，因於公餘之暇，從事譯著，竊欲爲我國發展物質文明之一助，上年秋間，將數年來所著譯之稿件，加以整理，先於驗鑛一門，擇其新穎適用各法，蒐羅比綴，以科學方式，分列三編，第一編概論，第二編試金法，第三編分析法，末後附以鑛物鑑定法，及各種應用表式，顏曰驗鑛學大意。冀爲研究斯學之學子，作參考之用，並爲普通有志鑛業者，作南針指導，以助其進行。顧一己之知識有限，而鑛質之種類無窮，書中謬誤之處，在所不免。尤望中西鑛學名宿，理化專家，不惜指疵摘誤，匡我不逮，俾資就正。是不僅鄙人之獲益良多，其所以加惠後學裨益鑛業者，又豈有涯涘乎哉。

中華民國十九年一月靈石耿步蟾識於山西省農鑛廳署

例言

(一)本書係由著者十餘年來在山西大學工科採鑛冶金學系所編之講義彙集而成，其中所述之試法及分析法，均係屢經證明，確無疑義。

(二)本書取材於著者留學時之筆記，間參歐美專家著述。此外有試法數處：如第二編第一章第二節各種金鑛之試驗，第二編第五章水，第六章氣質，其中各節，多係著者在英倫大學試驗室內所研究發明，而經主任教授所證實者。

(三)本書可為專門大學採鑛冶金學系之教本，並可供從事鑛冶工程者之參考。

(四)本書共分三編，第一編為概論，詳釋主要名詞，及各種試法之大意，期閱者以明瞭基本意義。第二編為試金法，專述關於各種金屬鑛物之試法，第三編為分析法，合金屬非金屬及各種重要之應用資料而併論之，依化理以成試法，最便於實驗之用。

(五)本書與歐美著作不同，試驗法後附載結果及計算法。蓋歐美著作，多是試法編為一冊，試驗結果計算法另為一冊，名之曰 *Tables*，欲窺全豹，必須兼購，每感困難，茲特合著一冊，以便閱讀。

(六)本書對於各種重要鑛質，每附結論，略述吾國產地情形，及產量約數，期閱者對於吾國鑛業之現狀稍得明瞭焉。

(一)本書第三編後，附有插圖四幅，係各編試法中所應用者，惟因篇幅關係，不能隨文裝訂，僅著明其號數，可對證參閱。

(二)本書除上述三編之外，復附錄鑛物鑑定法，及化學元素表，化學程式計算表，中外度量衡之比較，以供閱者之檢用。

(三)本書所用各種名詞及術語，多係課書中通行已久之名稱，以求一致。並於各種重要名詞之下，附註英文，為閱者進讀歐美著作之補助焉。

(四)本書係安邑黃君悟堂，山左安邱王君達三所校訂，二君均係山西大學鑛科畢業，並曾從事於探勘化驗等工作，極有經驗，原稿書繕之錯，手民排版之誤，悉賴其更正焉。

(五)本書包括試金學 Assaying 冶金分析 Metallurgical analysis 鑛物學 Mineralogy 及化學分析 Chemical analysis 等科學，範圍頗廣，而作者學識淺陋，疵謬之處，在所不免，如蒙閱者指正，無任感禱，

目録

第一章 緒論

第一節 要旨

一頁

第二章 試驗法

一頁

第三節 採取標本

三頁

第四節 取標本法

三頁

第五節 權法

六頁

第六節 權物

七頁

第七節 試金噸

八頁

第八節 量液

九頁

第九節 裝度管法

〇頁

第十節 量氣法

〇頁

第二章 試法

一頁

目録

第一節 乾法.....一

煅燒法 焙燒法 煨燒法 煨烘法 綠化法 蒸溜法 膏汞法 盤淘法 磁分法

第二節 濕法.....一四

溶液 蒸發法 濾法 洗滌法 滴液法 規液製造法 規液保存法 指標液 規定法 乾

沉澱法 炙沉澱法

第三章 試料.....一八

第一節 乾試料.....一九

收養試料 養化試料 輔熔試料 硫化試料 除硫試料 硫酸化試料 綠化試料 碎鉛質

及鉛片

第二節 濕試料.....二八

溶化料 養化料 還原料 指標料 鹼性質 收濕料 規定料 驗察料

第二編 試金法

第一章 銀金貴金質鉑汞.....四一

第一節 銀.....四一

銀鑛 硫化銀煉質 合金 含銀之液 硫化鐵渣 各爐煉渣 烟塵 銀鑛之乾法考驗(銀鑛處理之大婁 煨燒皿法 坩鍋試法) 含銅銀鑛之試驗(坩鍋法 乾濕參用法) 銀質之濕法考驗(規定液之試驗 銀質之試驗) 結論

第二節 金.....六〇

金鑛 硫化他金屬質 煉渣 合金餘剩質 自然汞膏 金鑛試金術(汞膏試法 煨燒試法 坩鍋試法) 分金術 複雜金鑛之試驗(鹼性渣金鑛 硫銻化金鑛質 含錳金鑛 含錫金鑛 硫化鉛金鑛 含鋅金鑛 含銅金鑛 含錫金鑛 含銻金鑛 金鑛餘剩質 合金銀之黃銅 合金銀之銅鐵硫煉質) 結論

第三節 貴金質.....八七

貴金質之乾法考驗(取標本法 純金之預備 純銀之預備 合金之預試 銀銅合金之試驗 金銅合金之試驗 金銀銅合金之試驗)

第四節 鉅.....一〇一

鉅鑛 鉅鑛之濕法考驗

第五節 汞.....一〇二

汞鑛 汞鑛試金術(石灰蒸溜法 鐵粉蒸溜法) 結論

目錄

第二章 銅鉛鑛銻鈹.....一〇五

第一節 銅.....一〇六

銅鑛 冷爐煉質 金質 銅鑛之乾法試驗 銅鑛之濕法試驗 銅質之濕法考驗 銅鑛之比

色試驗法 銅質之電解試驗 煉渣之考驗 結論

第二節 鉛.....一二七

鉛鑛 鉛質 鉛鑛之乾法試驗(紅鉛之還原 方鉛鑛之坩鍋試法 養化鉛鑛之坩鍋試法

複雜鉛鑛之坩鍋試法 他種含鉛質之試驗) 鉛鑛之濕法試驗(規定液之試驗 鉛鑛之試

驗)

第三節 鑿.....一四五

自然鑿 白鑿 鑿鑛 鑿化鎳鈷質 沉澱鑿 擊射金 鑿鑛之乾法考驗 鑿鑛之濕法考驗

(碘液試法 醋酸鈣液試法)

第四節 銻.....一五四

銻鑛 浮揚質 烟筒塵 合金 銻鑛之乾法考驗 銻鑛之濕法考驗 銻質之濕法試驗 結

論

第五節 鈹.....一六〇

錳鑛 易熔合金 錳鑛之乾法考驗 錳鑛之濕法考驗 錳質之濕法考驗 錳質之比色試驗
第三章 鐵 鎳 鈷 鋅..... 一六六

第一節 鐵..... 一六六

鐵鑛 鐵質 煉出之鐵 鐵鑛之乾法試驗 鐵鑛之濕法試驗 (雙階酸化鉀試驗法 過氫酸
 化鉀試驗法) 鐵之比色試法 硫化鐵鑛中硫之試驗 生鐵中總炭之考驗 鐵中含磷之試

驗 結論

第二節 鎳及鈷..... 一九二

鎳鑛 鈷鑛 硫化金質 鹽化金質 藍煉渣 池液 合金 鎳鑛之乾法考驗 鎳鑛之濕法
 考驗 鎳質之考驗 鎳質之電解試驗 鈷之濕法考驗 鎳鈷之分析法

第三節 鋅..... 二〇四

鑛質 硫化金屬質 煉渣 烟塵 鋅塵 合金 鑛棄質 鋅質 鋅鑛之乾法試驗 鋅鑛之
 濕法試驗 (硫化鈉試法 黃色炭淡鉀鐵鹽試法)

第四章 錫 鎔 鉛..... 二二三

第一節 錫..... 二二三

鑛質 硫化金屬質 煉渣 合金 錫鑛之乾法考驗 (英國康班試法 炭淡鉀試法 錫質之

目錄

提淨) 錫鑛之濕法考驗 結論

第一節 鎢.....二二三

鎢鑛 鎢質 鎢鑛之考驗 結論

第三節 鉛.....二二五

鉛鑛 鉛鑛之濕法考驗

第五章 錳鉻鈳鉬.....二二七

第一節 錳.....二二七

錳鑛 煉渣 合金 鋼 錳鑛之考驗 錳質之考驗 錳之比色試驗 結論

第二節 鉻.....二三四

鉻質 鉻綠 鉻酸化質 鉻鐵 煉渣 鉻鑛之考驗 鉻質之考驗

第三節 鈳.....二三八

鑛質 鈳鑛之考驗 鈳質之考驗

第四節 鉬.....二四〇

鉬鑛與鉬質 鉬鑛之考驗 鉬質之考驗 結論

第五節 鈳.....二四二

第三編 分析法

第一章 煤……………二四五

第一節 煤之種類……………二四五

第二節 煤炭分析法……………二四六

取標本法 求重率法 求焦炭法 求灰分法 求熱量法 求水分法 求硫黃法 求綠氣法

第二章 鐵……………二六〇

第一節 鐵之種類……………二六〇

生鐵 熟鐵 鋼

第二節 鋼鐵分析法……………二六三

砂質之考驗 硫質之考驗 錳質之考驗 磷質之考驗 炭質之考驗

第二章 合金……………二七一

第一節 各種合金……………二七一

第二節 銅合金之分析……………二七四

青銅(錫之考驗 鉛之考驗 銅之考驗 鋅之考驗 鐵之考驗) 黃銅(銅之考驗 鉛之考驗 鋅之考驗 鐵之考驗)

第二節 鋅合金之分析.....二八七

錫之考驗 鉛之考驗 鐵之考驗 鋅之考驗

第四章 煉渣.....二九〇

第一節 煉渣之性質及種類.....二九〇

第二節 煉渣之分析.....二九三

砂養二之考驗 硫質之考驗 磷二養五之考驗 鐵養及鉛二養三之考驗 錳三養四之考驗

鈣養之考驗 鎂養之考驗

第五章 水.....二〇三

第一節 水之種類.....二〇三

第二節 水之分析.....二〇四

懸物之考驗 炭養三之考驗 綠氣之考驗 硫養四之考驗 其他鹼質之考驗

第六章 氣質.....二〇九

第一節 氣質之種類.....二〇九

第二節 氣質之分析.....三二二

氣質之收積 溶液之預備 試驗 計算

第七章 鹼屬.....三二八

第一節 食鹽之分析.....三二八

水氣之考驗 綠氣之考驗 不化物之考驗 石灰之考驗 養化鎂之考驗 養化硫之考驗

鈉之考驗

第二節 蘇打之分析.....三二九

養化鐵之考驗 鹼餘質之考驗 鉀質之考驗 鈉質之考驗 二養化炭之考驗

第八章 耐火質料.....三三一

第一節 耐火質料之種類.....三三四

酸性質料 鹼性質料 中性質料

第二節 耐火質料之考察.....三三五

爐砂之考察 火泥之考察 火磚之考察

第三節 火泥之分析.....三三八

水氣之考驗 有機機質之考驗 砂養二之考驗 不化物之考驗 養化鋁鐵之考驗 石灰之

目錄

九

考驗 養化鎂之考驗 鉀及鈉之考驗

第四節 土質之分析……………三三〇

有機質及結水分之考驗 不溶解之砂礫及砂養二之考驗 能溶解之砂養二之考驗 鐵二養

三之考驗 鋁二養三之考驗 鈣養之考驗 鎂養之考驗 磷酸之考驗 鉀二養之考驗 鈉

二養之考驗 硫磺之考驗 綠氣之考驗

附錄一 鑛物鑑定法

(I) 物理質性之鑑定……………三三五

形狀 裂紋 斷口 硬度 凝固體 比重 顏色 條痕 光澤 透明度 折光 螢光 磷

光 電性 磁性 磁味 臭性 熔度

(II) 化學變性之鑑定……………三四三

乾試法 (玻管試驗 試筒試驗 礮砂球試驗 磷鹽球試驗 焰色試驗 木炭上之試驗 木

炭上加炭酸鈉之試驗 木炭上加助熔劑及鉀炭酸之試驗)

濕試法 (銀汞鉛試驗 銅汞銅鉛錫鋇鑄錫之試驗 鐵鋁鎳之試驗 鈷鎳錳錳之試驗 鋇錳

鉍之試驗 鎂鉀鈉銻之試驗

附錄二 化學元素表

附錄三 化學程式計算表

附錄四 中外度量衡之比較



驗鑛學大意

第一編 概論

第一章 要旨

第一節 試金學 Assaying

試金云者，設法考求鑛石或金質所含某元質成分之多寡，以定其對於技術上及工廠中之價值也。其法原本於化學分析。所試之質，爲實驗上便利計，以少量爲宜，平常僅爲數粒 Grains 或數格蘭姆 Grammes，以英兩 Ounce 計者頗少。由考驗所得結果，則數百噸之平均成分，即可計算而知。

第二節 試金法 Methods of assaying

試金法甚多，約而言之，可分三類；

一、淘試法 Yanning assay 即將金質或其鑛質，由鑛滓中用水淘出。

二、乾試法 Dry assay 將鑛質參以輔助料熔之，使其中所含之金質分出，而鑛渣與輔助物配成爲煉渣。此法較速，惟所得之結果，殊欠精當。

三、濕試法 Wet assay 將試質設法溶於液中，求其所含金類之成分。有時液中含有別質，阻礙試



驗之進行，必先去之，然後始用下法試焉。

(甲) 求重試法 Gravimetrically 金類或其合質，能結爲一定已知成分之沉澱；收積之，秤之，由所得沉澱之重，則所含金類之重，即可推出。其結沉澱之原因有三：(一) 與他金屬互易地位，(二) 與所加輔助料配爲一定成分之不化合質，(三) 電解。

(乙) 量積試法 Volumetrically 所含金類恒與輔助液起一定已知之作用；俟作用完畢，量已用液之體積，則金類之多寡，即可推出。其末點有自知者，有加指標藥而始知者，所加之輔助料略多少許，亦可表出。輔助液之作用力，須先詳慎考求，可用已知重量之純金或其純鹽質試之。溶液經此試驗，謂之規定 Standardized，而規定後之液，謂之規定液 Standard solution。當試驗時，將規定液貯於度數管中，由其所用之多寡，則所含金類之成分，即可計算而出。普通所用規定液，其作用力變更甚速，故每次試驗前，宜規定之。

(丙) 比色試法 Colorimetrically 多種元質或金類之化合液，顏色恆有一定，此可利用之以試元質或金類之成分焉。先補溶液一種，已知其所含元質或金類之成分，再用試質用同法使爲溶液，然後加水至兩液顏色之深淺相同爲止。由其體積之不同，則試質內所含金類之成分，可推而知。惟當試時之溫度，與備溶液時溫度，應處處相同耳。

(丁) 濕乾參用法 Mixed Wet and dry method 試金錫各鑛，恒用此法。又銅硫鑛中含有金銀時，亦

用此法爲宜。蓋鑛質中所含之他質，必先去盡，然後其主質始能試出也。惟用此法之時，金質提取之效力，濕法終不如乾法之大。

第二節 採取標本 *Samplings*

試金之法，以考得金類之真確成分爲最要；然雖得真確成分，而所試之質，不能代表其全體之平均數，雖試猶如不試，是採取標本之不可不慎也。取時切忌選擇，惟田多變少，亦應有一定之規畫焉。

所試之質、無論多寡，或得之於人工開採，或得之於天然生長，或得之於冶煉製造，試金者所得到之一小部分，謂之標本。標本者，卽代表全體之意也。取標本法，英名 *Samplings*。取標本者，英名 *Sampler*。取標本與試金雖屬二事，然確有密切之關係，故試金者對於取標本之大旨，不可不知也。標本一經送達，亦須經一定之手續，始能試驗。此是後事，茲先述取標本法。

第四節 取標本法 *Methods of sampling*

所試之質，形體不一，故取標本之法，亦因之而異，茲分述如次：

一、若試質爲氣質，則參合自易，惟其要點卽當氣質流行之際，每次所收之氣，成分不能盡同也。執是之故，宜注意將所收之氣增多，所用時間增長。如此辦法，所得之氣質標本，方能便於試驗之用。

二、若試質爲液質，參合亦不甚難。如係金類，當溶化時須攪之使勻，迅提一份，以作標本，方爲佳品。

三、若試質爲固體，須將其全體研碎，若不勻，時須攪勻之，然後依法提取標本。

標本送至試驗所時，多不便於試驗之用，因時嫌過粗也，又其數量亦恒過多。試驗所需之量，不宜一次提出，必須依法提之，方爲合宜。其法如左：

(一)若標本爲液體在瓶中時，將瓶振搖之，然後再傾出一分，以備試驗。

(二)若標本爲液體中參有固體時，量其全積，然後過濾，濾下之液，加以洗水或淨水，使其積等於原量，然後試之。濾出之固體，乾之，稱之，依法試之。

(三)若標本爲奶形而無重質在內時，參之使濃淡平均，傾於瓷盤平之，然後於距離相等之處，提出數份，參勻試之。

(四)若標本爲泥形粗細不同之質，或其質雖粗細相同，而重率不一，移入瓷鍋稱之，或連鍋稱之。稱後加熱至攝表百度，再稱之，使餘質能爲研成碎粉之定質。

(五)若標本能爲研成碎粉之定量，或已爲碎粉時，堆積爲圓錐體，以刀平之，分爲四等分，將相對兩分拭去，并拭其粉塵，餘兩分參勻試之。若過多時，仍照樣分之，使其數量恰適需要爲止。

(六)若標本爲定質且其中夾有鈍金質時，研碎篩之。純金質不過篩，須檢出分稱之，分試之，篩

時須攪勻之。

(七)若標本爲塊形金質或合金時，拭淨其面，鑽以數孔，使之透過，收積鑽粉試之。若金塊甚小，斷開鑿之，將所得鑿粉試之。鑿粉不應參有鑿質，(鑿時有磁，致鑿粉易於落下，)并不應帶有油質。若有油時，須用相當質洗之，以脫或硫化炭，均可用之以爲洗料。

又法，將金質或合金熔於鍋中，化後浸入水中，使成碎質，此法實際上較爲便當。

注意要點 Precautions

(甲)試前應注意者四事：

(一)不可將塵土混入；

(二)不可將別樣標本或質料參入；

(三)分標本時須每樣個別分之；

(四)分畢，立即註明某質某量，以紙包之，或用瓶貯之。

(乙)試時應注意者四事：

(一)臨試時，須以瑪瑙鑄研之，務使勻細；

(二)用少須烟精洗之，以防不潔；

(三)熱至攝表百度乾之；

(四) 乾後參勻再秤。

第五節 權法 Weighing

權時，如所權之質，小於百分之一格蘭姆 Gramme，或小於十分之一粒 Grain，宜用絲碼 Rider。此絲碼秤時，宜置於天平之槓杆上。若槓杆分爲十分，其重爲十分之一及十分之二等，或寫爲 0.1 及 0.2 以至 0.9，此由槓杆之中點計起。

若絲碼爲百分之一格蘭姆，置於槓杆之五上，在平衡盤內可抵十分之五之重。此外注意之點尙多，特舉如左：

(一) 若天秤槓分爲十二分時，其所用絲碼，應重千分之十二格蘭姆。若用粒碼時。即百分之十二粒。

(二) 秤時，其法碼須時時移換，如起首用過重者，然後漸漸減少，至槓杆兩端相平爲止。

(三) 當用絲碼時，其槓杆宜停止搖動。

(四) 用後之法碼，宜歸入原來位置。所用之重，加絲碼之重，即爲秤物之重。當裝入時，宜覆計之。

(五) 法碼不宜用手提取，宜用鉗鑷，一俟法碼退入箱內，鑷即隨之裝入。

(六) 置入法碼及鉗鑷於箱內後，宜置光明處，察看其曾否清潔光亮。

(七)當天平搖動之時，勿增減盤內之物。

(八)當天平將定之際，須細察其恰在正中與否。

(九)天平未用之先，及已用之後，宜先平之。於其中置綠化鈣，以防侵濕。

(十)秤時，法碼恒在右端之盤中，所秤之質，則在左盤。

第六節 權物 Weighing out substance

先將天平提起，試其準確與否；如準確時，即可着手秤物。惟應注意之事有五：

(一)平常所試之質，乾粉爲多。法將此粉置於已知重量之秤瓶 Weighing bottle 內，連瓶秤之，秤後將所試之一份傾於玻盃，餘再秤之，減少之數，卽爲試質之重。

(二)試金所用試質之重量，爲便利計算計，宜爲整數（一至二或五格蘭姆。）故最便之法，用淨銅片二塊，使其重量恰相等。秤時兩盤各置一片，一放法碼，一放試質。

(三)當天秤搖動時，盤內之物，切勿增減。如試質法與法碼幾等，而天平尙搖動，切勿專待，須再將針安定，然後提起試之。

(四)所秤之質，不應使熱，恐其熱傳於槓杆，使槓杆增長，加增重量。又空氣受其熱，亦有妨害於準確。

(五)如試質係易收濕氣之物，宜置於秤瓶內秤之，否則亦有增重之虞。

第七節 試金噸 Assay Ton

試金銀時所得結果，以每噸若干英兩計算；故為計算便利起見，須定一比例法式。如一噸為二二四〇磅，設若分一磅為二二四〇粒重，則所得之每粒重，即為每噸中之一磅；又設若二二四〇粒重為一試金噸，則所得之每十分之一粒重亦為每噸（二二四〇磅）中之一磅。

美國噸為二〇〇〇磅，如用公分 Gramme 衡法時，設二二·四公分可以代表一噸，則所得之每〇·〇一公分，即等於一磅。

是故試金噸為選用之衡法，分之使每噸以小兩代表，其計算法如次：

一磅為七〇〇〇粒重，一噸為二二四〇磅，故二二四〇以七〇〇〇乘之，等於一五六八〇〇〇〇粒重，等於一噸。若合為小兩，已知一小兩等於四八〇粒重，以四八〇除一五六八〇〇〇〇，等於三二六六六·六小兩，又等於一噸。由此若以一〇〇除三二六六六·六，等於三二六·六六六粒重，即所得之每〇·〇一粒重，等於每噸中之一兩。此為試金噸以粒重計算者；若所試為半試金噸，上數應以二乘之。

如用尋常公分權衡時，變更計算法又如次：

已知三二六六六·六小兩為一噸（二二四〇磅），若以所得〇·〇一公分代表一兩，則〇·〇一以三二六六六·六乘之，等於三二六·六六六公分，可代表一試金噸；又若以〇·〇〇一公分代表一

兩，則三二·六六七公分，亦可代表一試金噸。

如用美國噸(二〇〇〇磅)時，照此類推，則二九·一六六公分，可代表一試金噸。

第八節 量液 Measuring liquids

平常溶化鑛質之酸，恒用刻度玻盃 Graduated Glasses 量之。此玻盃與藥房所用者相似，宜備大小二種：小者每分刻爲五立方釐，大者每分刻爲十立方釐，緊要試驗，不宜用此，因液面之差異，致結果恒有鉅大之錯誤也。

如係緊要試驗，或量準確之體積，宜用度瓶 Graduated Flasks。如一定重量之質，溶化以後，參水至一立特，則特別度瓶，尤爲緊要。每一度瓶，皆有一定溶量之刻碼，如一千立方釐，五百立方釐，二百立方釐，一百立方釐，五十立方釐等。又此刻碼宜在瓶頸之最窄處，當液量準確時，其刻碼應於液之凸面作正切形。

液之曲面，其平度極不易取得。初學之士，每對於A B C三點，應探何點爲平度，無所適從。如遇此困難，取C點較爲妥便(附圖一。)但試室光亮欠足，尋取此點，時感困難。宜用白紙一塊，或名片一個，置於管之背面，恰在此液面之下，俾光亮得映於其上，使之明瞭，易於視察。當視察平度時，目之位置，不應在液面之上，亦不應在其下，須於液面平行。

又度瓶之液量準時，實際上恒爲不足，因傾出以後，瓶中各邊不能不存留少許也。執是之故，當

移液之時，須留意完全傾出，傾出之後，加入少許水洗之，時後之水，歸入原液，否則不免有顯著之損失。

第九節 裝度管法 Filling the burette

度管中之規液，恒由上端裝入。此法不善之處，即易使液面發生浮泡，以致準確容量，不能取得；須俟浮泡盡落，然後再誌度數，方為合宜。裝管極便之法，如圖中所表示（附圖二：）架上之瓶，內貯規液，架下洗瓶內為試質。規液瓶與度管用虹吸管法連接，中有夾塞，以司啟閉，開此夾塞，則瓶中規液，向度管流入；閉此夾塞，即行停止。故俟度管中規液充足，立開此塞，即可照常試驗焉。

第十節 量氣 Measuring gases

試驗氣質，以體積計算，故量法極為緊要。所用之器，以蘭基氏淡氣表 Lunge's nitrometer 為最便，如 A 圖。此不僅用之以試各種養化淡氣之體積，而其他氣質之試驗，均可利用之。所需汞質，亦不為多，故甚便也。B 圖為試驗室常用之儀器，極易連接，亦稱便利。架上右端，為一寬口瓶，上蓋橡皮塞，塞上有孔，中插玻璃筒，筒之左端，接連度管，二度管與 Y 管，各以橡皮管相連，如圖。寬口瓶內置一短試筒，用時，將秤後之質置於瓶中，將試料置短試筒內，然後覆蓋瓶口。兩度管內之液質，須在一平面；若由左端管加液，或由 Y 去液，均能使兩度管之液相平，其度數視察後記之。

若度管中之液，既平以後，再無變動，即振搖架上之瓶，使其內之試筒傾倒。筒中之試料，與試

質相遇，化合而生出之氣質，由玻璃引入度管，氣之體積即增。再開了管之塞，則管內液質流入其下之b盆內。同時使a管中液之平面，較右端管內之平面低半寸餘；作用畢後，復使兩管之平面相等，然後視察右端管內氣之以積記之，此量氣之要法也。

第二章 試法

第一節 乾法

▲烘燒法 Roasting

將鑛質燒於通空氣之處，則其中所含之一部分物質，受空氣之養化而去。冶金內鑛質多為塊形，故恒積成堆，或置於窰中燒之，但終不如研成碎粉，燒於返射爐之效果較大也。惟無論用何法，均應留意，勿使熱度過大，以致熔化。而試金中則僅取已知重量之少數鑛質，烘燒於煉錫之中，使其中所含妨害試驗各物，如硫錫銀錳以及生物質，養化而去，然後加輔助物試之。

▲焙燒法 Calcination

鑛質中含有生物質，每妨試驗，須用焙燒法以驅除之。燒石灰石驅除炭養二氣變為石灰，亦係此理；而試金屬塵及黑泥鏡鑛時，此尤為要。焙燒與烘燒之異點，即焙燒時其熱度能使變化即足，有烘燒必須有空氣之助，始能收效。

▲煨燒法 Scorification

燒合金於火泥盃中。使其中易養化之質，養化而去。此法多用之以養化鉛質，而其所用之盃，謂之煨燒皿 *Scorifier*。設煨燒之合金爲銀及鉛，當熔化後，通以空氣，鉛即養化而成鉛養之煉渣，浮於皿面，易於拭去，而銀與金存於未養化之鉛中。故煨燒試金時，即將鑛中之貴金與鉛質，同熔於通空氣之爐中是已。

▲煨烘法 Cupellation

此與煨燒微異。其要點即將所試之質，養化於吸收鍋中；其養化所成之鉛養，悉被鍋質所吸收，惟不能吸收金屬之鉛質。此鍋名曰煨烘盃 *Cupel*，爲骨灰所製，故又名曰骨灰盃。

、綠化法 Chloriding

濕法提取銀銅，恒將二金由鑛質變爲綠化質。其法將鑛質與金鹽參合，烘燒之即得，故又名曰綠化烘燒 *Chloriding roasting*。若用綠氣以綠化鑛質，則名曰濕綠化 *Chlorination*。

▲蒸溜法 Distillation

溶化金質使之變氣，是爲蒸溜 *Distilled*。若蒸汽以後，復凝結爲固體，是爲昇華 *Sublimed*。蒸溜所用之器，名曰蒸溜器 *Retort*。凝結所用之器，名曰凝結器 *Condenser*。

▲汞膏法 Amalgamation

以汞與他金參爲合金，是爲製汞膏 *Amalgamite*。其合金名曰汞膏 *Amalgam*。金銀等質，極易與汞參合，故取金銀時，恒用此法，取金尤要。冶金廠中多用之，鑛山亦用以試金之成分焉。

惟鑛質內所含之金，有能以汞提出者，有不能以汞提出者。欲試以汞能提金若干，須將鑛質細末若干格蘭姆，置於研碗中，加汞數滴，以水和之，研至一二小時之久，傾於盆中，將汞淘出，置於磁碗內，漸加熱力煨蒸之，使汞質昇華，而金存於碗內，俟冷秤之。如鑛中並含銀質，則金銀均行提出，須用酸分之。

▲盤淘法 *Panning*

自然金類鑛，如金銀錫等，恒加雜於石砂之中；研碎之後，由其與石砂質重率之差異，即可用水分出，是爲淘金 *Panning*。其法即將鑛砂研爲細末，置於碗內（碗之裏面須粗不宜有粘）以水淘之。先將碗斜立。後漸漸豎起，使體輕之石質沖去，而金類存於碗底。所洗去石砂，以大盆接之，依上法再淘之，將所得之金類，歸入首次所淘之內，秤之。惟此法損失甚多，且僅能宜於自然金類及沖積層重率較大之各鑛，故試驗廠中鮮用焉。

▲磁分法 *Magnetic separation*

多數磁鑛，含有磁性；其不純者，則無磁性。若將鑛質研爲碎末，使近磁鐵，則賦磁性之部分，即被分出，是謂磁分 *Magnetic Separation*。磁分能使鑛質之成分增多，並能將危害物如磷酸化物及硫

化物除去。磁鐵鑛及數種赤鐵鑛，能直接分出；但多數赤鐵鑛及黃鐵鑛，須先用還原火燒之，始有磁性。磁分機 *Magnetic separator* 之種類甚多，惟以此法需費太大，故爲用不廣。

第二節 濕法

▲溶液 *Solution*

凡物質在液內與液體完全混合，以致不能識別何者爲該物質，則所成之液體，謂之溶液 *Solution*。能溶化物質之液體，謂之溶劑 *Solvent*。溶化之質，謂之溶質 *Solute*。

物質無論其體形如何，均能溶化於液體內，因此有氣質之溶液，液質之溶液，及定質之溶液。

▲蒸發法 *Evaporation*

由多量液變爲少量，或將液變乾，必須蒸發。蒸發者，即將化後之溶液，傾於玻盃 *Beaker*，上覆鍍蓋，置於熱鐵盤上，徐徐熱之，以防洩溢。熱畢，去其鍍蓋，將玻盃小心取下，以免破裂。

蒸發鍋 *Evaporating dish* 有時極便於蒸發之用，但須時常攪之，否則即有洩溢之損失。又其移傾洗滌等事，頗爲可嫌，並加以洗後之蒸發，需時亦甚久，故較玻盃之用爲少。

▲濾法 *Filtration*

過濾所用之紙，式樣不一；普通英國及德國濾紙，即足應平常之需用。若濾出之質。須重化或移動時，此爲最便。又馬克提路 *Munktell* 氏瑞典濾紙，其性質有定，紙灰亦知，並有無灰者（經用鹽弗

等酸浸製者，若所濾沉澱須燒後稱時，用之極便。

若濾質乾後須由紙上取下時，宜用一種光面之紙。購大塊濾紙時，方形者較長方形或橢圓形者皆較便宜。若難濾之質，過濾甚緩，恒用吸管以助之。

若所濾之液，忌參生物質，或所濾之液，能毀生物質時，石棉布恒代之。

若所濾之質不甚細碎，亦用二分大之碎砂濾之。

▲洗滌法 Washing

此為各試驗量中要之手續。用少量之液，多洗數次，較用多量之液，少洗數次，功效為大。如用少量之液洗滌時，須俟每次所洗之液濾盡，然後再加新液。若所濾之質如膠漿時，甚有碍於洗滌；如欲免去此種困難，則有一法，雖不甚準，頗便於用。即二倍其所試之質，化後參水至一定之容量，設為五百立方釐；然後於一定之溫度，設為攝表十五度過濾；濾得之液，達二百五十立方釐，取下試之。所得結果，仍用原試質之數計算之。其未過濾之一部分及濾紙上沉澱棄之。

洗滌之際，濾紙之邊，勿使乾燥，須時時濕之，否則恐試質由紙邊端，受空氣之養化作用，變成不化之鹽質，有碍試驗之進行。故宜用一滴瓶，時加一水，並以稍濃之酸濕濾紙之邊。

▲滴液法 Titration

加規定液於試液中，使生一種有定之變化，在試金中謂之滴液。當規定液滴入之際，須將試液時

時攪搖；惟規液每忌與空氣相遇，恐被其養化。當此規液滴入之時，恒用輕氣或炭養二氣鼓入液內以防護之。如當變化起時，顏色更易，盛液之器，宜用白色者，或另用一白瓷碟亦可。

若規定液滴之過多，將已知濃度之試液，可加入數立方釐，再試之。惟計算之時，須將所加者減去，欲防此弊，於未滴入規液之前，恒將試液提出若干，俟近末點，然後加入。

▲規液製造法 *Making standard solution*

應用之規定試藥，宜秤準確，置於錶蓋或連錶蓋秤之，秤出後，移入玻盃，加水化之。若難化時，助之以熱。化後洗入度數玻璃瓶，參汽水至記號。此時液之溫度，應用攝表十五度。若過此度，參水前宜冷之；若有不及，宜熱之，總期與試驗室之溫度相同為佳。參水後，須搖之使勻，再將此液移入乾淨之溫乞司特 *Winchester* 玻璃瓶，貼簽著出名稱，並另備一簽，以便記其試驗所得之濃度，及每立方釐可抵試金之價值、

▲規液保存法 *Keeping standard solution*

規定液製出後，宜存貯於試室之暗冷處。若為易受養化之液，如多硫硫酸鈉及炭淡鉀等，時有變更性質之慮，須時時試之。

普通所用之規定液。如多硫硫酸鈉，炭淡鉀，過猛酸鉀，二綠化錫，碘，硫酸鐵，黃炭淡鐵鉀，均為最易變更之液。炭淡鉀須每日試之；多硫硫酸鈉，碘，硫酸鐵，二綠化錫，至少每週須試一次；

過猛酸鉀，黃炭淡鐵鉀，能存二週之久。

過鉻酸鉀、及其他易他保存之液除蒸發外，不至變更。

▲指標液 *Indicating solution*

此液為試末點之用，以新製者為佳。

醋酸鉀液，為黃炭淡鐵鉀之指標；綠化鉍汞液，為二綠化錫之指標；並有炭淡硫化鉀之指標，均可預先製出存之。惟紅炭淡鐵鉀為試鐵之指標，小粉為試碘之指標。以及多硫弱硫酸化鈉等，應用時再製，因僅能保存短時間也。

▲規定法 *Standardizing*

用已知成分之純金屬，以試規定液之抵價 *Value*，謂之規定 *Standardize*。如試銅所用之多硫弱硫酸化鈉液，或作每立方釐可抵 0.0075 格蘭姆銅，其意即當試驗之際，每滴規液一立方釐於所試之合銅溶液中，即等於 0.0075 格蘭姆銅。規定時，均須先用純金屬，或知成分之代質，將規液之抵價試出。

▲乾沉澱法 *Drying precipitate*

通常將沉澱連同濾斗，置於熱鍋中乾之；惟受熱變化之沉澱，則此法即不適用。熱爐以水衣爐 *Water-jacketed oven* 為宜。內有活動熱片，此不惟能將濾斗置入，並能將紙舖平，放於片上，如稍為

留意，更能使爐中各處之熱度，略有變更。

應以上之需要，乾爐分空氣與水二種：空氣乾爐，用以乾受大熱不變之沉澱，水乾爐，用以乾不能受大熱之沉澱，因空氣乾爐內之熱度無限，而水爐之熱度不能過攝表一百度也。至完全不能受熱之沉澱，則用乾物管 Desiccator 乾之。此管內貯收水之質，能收濕氣，用爐乾後之質，經炙燒後，恒連瓷盃放入此管中冷之，然後始秤焉。

▲炙沉澱法 Igniting precipitate

取光面顏色紙一塊，置於試桌。將乾後試質，由濾斗取下，再由濾紙刮於此紙上，然後將空濾紙捲燒之。或燒於本生燈，使其灰燼落於已知重量之瓷盃；或放入鉑鍋或瓷盃，安置三足架上，自下加強熱燒之；或最佳將紙疊入瓷盃，放馬福魯 *Muffle* 爐燒之。無論用何法，須將紙之炭質，完全燒去方可。馬福魯爐內熱度甚大，瓷盃恆有溶化之慮，故須擇耐燒者用之。炙燒之際，濾紙所存試質，恒與紙之炭質起還原作用，如緊要時，須使復其原狀。

沉澱質如係硫酸鉛或綠化銀，與濾紙同燒時，必起還原作用。故於取下沉澱之後，將紙疊燒如前，所得灰燼，移於瓷盃。此時還原之質，存在灰內，滴入數點硝酸熱之，如必要時再加入少許硫酸或鹽酸，蒸發至極乾，再移入瓷盃內，放於爐中，燒至紅熱，然後取出，放於冷物管，冷後秤之。

第二章 試料

第一節 乾試料 Dry reagents

▲收養試料 Reducing agents

一、炭 Carbon —— 普通所用者，為粉碎木炭，或烟煤鑿質。若參炭同燒，則得金類，而其中之養與炭配為炭養或炭養二氣，此恒視燒時之熱度定之。平常計算木炭中之純炭，恒以百分之八十計，餘為濕氣及他質等。若係精確試驗，亦用鉛養或紅鉛以試其收養之實力。炭能使硫養化物為硫化物，並能由金類之硫化物分出金類。

二、麵粉及澱粉 Flour and starch —— 斯二質亦恒用之以代木炭。其收養力，僅為木炭之半；但應收養之質，若為細粉，散布於多部分他質內時，用此二質，較木炭成效為佳。

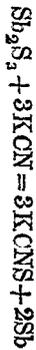
三、亞勾粉 菓酸菓酸汁 Argol and tartar cream of tartar —— 為菓酸化輕鉀 ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$)。此質用途極大。燒時分解，所餘之質為炭酸鉀及炭粉。炭粉多寡無定，按輕重計，大約為百分之十五。亞勾為釀酒時所得生料凝結物之名，含雜質較少，極宜於試金術之用；惟有時含有硫酸化物，則轉不相宜，因此為忌用品也。

四、黑參料 Black Flux —— 為炭粉及炭酸鉀與其重之四分之一至二分之一火硝之參合質，係用紅熱鐵棍灼於蓋密之鍋所成，或燒菓酸至無燃氣時，亦為此質。昔日用途頗大，不僅收養，且為參料，其故因燒時炭漸減少而質料之密度加增也。此物能吸收濕氣，宜貯藏於有蓋之瓶內。一格藍姆參料，

可收二格藍姆鉛養之養氣。

白色麥料 *White flux* ——普通用者為麵粉或小粉與碳酸鉀鈉參合之質，約含百分之六至三十之麵粉。

五、炭淡化鉀 *Potassium cyanide* ——此不僅為還原質，並為有價值之參料。與養化物同燒，能收其養而變為炭淡養化鉀；與硫化物同燒，能收其硫而變為炭淡硫化鉀。其化式如左：



商場所售之鹽為炭淡鈉，恒含多量之炭酸化鉀；普通所含炭淡鉀，僅為百分之四十六至五十。

近年以來，此鹽製造較前大有進步。若化為液體，用之於試驗時，必須極純者，方為適用。

六、輕氣 *Hydrogen* ——此質有時作收養試料之用。製時宜用一開字器 *Kipp's apparatus*，並一乾氣瓶，如圖四。用時，應將裝試質之試筒，置之向上略斜，因輕氣甚輕，性常向上故也。

七、炭養氣 *Carbon monoxide (co)* ——或名一養化炭，此質有時亦用之。用黃鉀鹽加硫酸，可得此氣。最便之法，係置木炭於試管之一端，又一端置試質，中間隔以石棉；當木炭受熱時，氣，則配合而成此氣，經過石棉，與試質相遇，即起作用。

八、無烟炭及焦炭粉 *Anthracite and coke dust* ——試驗時若需收養之質甚多，上二質最便於用，

亦易取得。

又鎂 Magnesium 與鋁 Aluminium 亦恒用之。

▲養化試料 Oxidizing agents

此種試料在試金中之用途，為排去銅及其他鑛中之硫磺，並對於試金銀各鑛，可減少其收養之能力，同時亦可助單簡之養化。

一、硝酸鉀 Potassium nitrate (KNO_3) —— 亦名大硝 Nitre。在低溫度時，極易分解而放養，故為普通所用惟一之養化料。除用之於淨煉金類質外，須研為細粉，並與試質參勻。其排除各種硫化質之收養力，應需此質各若干，列如左表：

硫化質鑛名	硫化質分數	應需硝分數
鐵硫二	一·〇	二·五
鉛硫	一·〇	〇·六六七
銻二硫三	一·〇	一·五
銅鐵硫二	一·〇	二·二
鋅硫	一·〇	一·六

養化硫表，作用極猛，平常恒參食鹽蘇打等質以和緩之。

一、鉀綠養^三 Potassium Chlorate —— 此質亦有時用之。

三、紅鉛 Red lead 及黃鉛 Litharge —— 此二種質於試弱硫酸化金銀之鑛時，亦為養化料，並可供給吸收貴金類之鉛質。

四、養化銅 Copper oxide —— 為黑色重粉，用以養化生物質內之炭輕二元質。因易收水，故用時應先烘之，並與空氣隔離。

▲輔熔試料 Fluxes

輔熔料云者，指某物質加於試質之中，加熱燒時，能使試質變為流動液質之謂也。

一、碳酸化鈉 Sodium Carbonate —— 亦名打蘇 Soda。此質燒至紅熱，即熔為透明流動之液質，能分解矽酸化合物，而與其砂養^二配合，變成易熔之矽酸化鈉。專用此質，或與碳酸化鉀及他質並用，以增試質之流動性，則為去矽酸鑛渣最有用之試料。但用時必須為乾粉之碳酸鉀或碳酸輕鈉，結晶質切不宜用。碳酸輕鈉參熔力。僅為碳酸鈉之半。一分砂養^二，約能與一，六分碳酸鈉，或二·六分碳酸輕鈉配合成砂酸鈉。又蘇打灰 Soda ash 亦可用之以代蘇打。

二、碳酸化鉀 Potassium carbonate —— 此質有時亦單獨用之，但恒與碳酸鈉參用，因二質參合，則較其單用頗易熔為流體也。用時以十分碳酸鈉參十三分碳酸鉀。

三、石灰 Lime (CaO) —— 用以參熔砂養二及矽酸化質，如坩土 Clay (即矽酸化鋁) 之類。若無矽酸化鋁等質時，玻璃或瓷土恒與石灰並用，以成易熔之矽酸合質。

四、養化鎂 Magnesia —— 此質亦為參料，但用之甚少耳。

五、瓷土 Chinaclay (Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O) —— 恒用石灰，並用以參熔含純砂養二之質。

六、玻璃 Glass —— 此亦用之，並成易熔之覆質，惟須無鉛者方可。

七、鉛玻璃 Lead glass —— 此質可用之以代黃鉛。能參熔無妙養二之質，而養化金類之易為溶化者。用一分砂石及四或五分鉛養參合熔之，即得此質。

八、鉛養 Litharge 及紅鉛 Red lead —— 此二質為試金銀各鑛之參料。能與砂養二配合，並能使所含金類之養化物溶化，而防鹼性之金類起收養作用，與所得之鉛參合也。

紅鉛亦為養化料。溶化後所餘者為鉛養及鉛，其鉛質並為收結貴重金類之要品。

九、鈣弗石 Fluor spar (CaF₂) —— 此質能自溶化，用以參熔鉛鈣類等質之硫酸化物及磷酸化鈣 (如骨灰磷灰石等)，溶化後成為易熔之合質 (凡欲使煖渣易於流動，恒參此質)，並能去砂養二。

其式如左：



用此之時，恒參他質；而煉渣之含此質者，性質最脆，若冷之速時，其脆性亦增。又與鹽酸配合，能生輕弗氣，故用以代輕弗氣。

十、砂養二 Silica —— 此質為擊碎之石英或白砂石。石英在馬福魯爐內燒後，浸入水中，較易碎擊。砂養二用以參熔含鹼性鑛渣之鑛如石灰石等，但須與坩土或炭酸鈉並用。

十一、硼砂 Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) —— 此為普通所用參料之一。用時應乾，不應用品形或玻璃形者。熔化後成清潔液體，易化土性及各金類之養化物，而成複雜之硼酸化物，以呈各色。硼砂又能配砂，其中之鈉與砂配，將硼砂分出。自能熔化，並用以參配金類之養化物。

十二、食鹽 common Salt (NaCl) —— 此質燒至紅熱，始能熔化；當熔化時，為極流動之液體，其用途有二：

(甲) 為試質之蓋，以阻空氣之浸入，因質輕而能浮於表面故也。其流動性並可阻試質之沸洩而出。
 (乙) 當極流動時，可助別質之勻和；惟受大熱度亦能蒸騰，易成化氣之綠化金類，以致損失試質。又用時須極乾燥。

十三、硫酸輕鉀 potassium bisulphate (KHSO_4) —— 又名酸性硫酸鉀，亦用之以為輔熔料。難熔之鋁化物及鑛質，初次試時，恒用此質以熔之。當熱度大時酸熔分出，其分解難熔之質，較溶液之酸，分解力為大。烘燒法中，此質為硫酸作用之主要物；與食鹽參用，烘燒時又起綠化作用。

十四、白參料 White flux——此為三分白菓酸，二分硝，一分棚砂。一分食鹽，參合所成者。用以提取淨銅，故又名提淨參料 Refining flux。

十五、養化鐵 Oxide of iron——有時用以參銻砂質。但所用原料，係赤鐵礦，須先與炭參合，使收養而變為二臂鐵後，方合於用。

▲硫化試料 Sulphurizing agents

此係用之以加入硫磺於熔質內，而使銅鉛或其他金屬成爲硫化物之嗎特 Matte。藉以將金屬分出者。

一、硫磺 Sulphur——用時宜爲粉形之硫。

二、硫化鐵 Iron pyrite——此爲平常所用者，以不含銅鉛等硫化物爲宜。所得之嗎特 Matte。爲硫化鐵與其他硫化金類之混合質。

如無此質時，赤鐵礦及硫亦可用以代之。又可用以製硫化輕。

▲除硫試料 Desulphurizing agents

一、鐵 Iron——用以去鉛中之硫而得純鉛，式爲 $PbS + Fe \parallel FeaS \parallel Pb$ 。亦可收銻鎳中之硫而得銻鎳，並能收銅中之硫，唯不能完全收去也。所用之鐵，宜爲柱形，其兩端打成片狀，亦有爲U形之塊者，總以容易由熔液內提出爲宜。鐵鍋亦恒用之，若用鐵粉或碎鐵時，其需用之數，須計算之，因

加之過多，不能提出故也。

二、錳鱗 Hammer Scale (Fe_2O_4) 或赤鐵鱗 Hematite (Fe_2O_3) —— 用時參炭質，先收其養。

三、銅 Copper —— 此亦可用之。

四、碳酸化鈉及鉀 Sodium and Potassium Carbonate 與炭淡鉀 Potassium cyanide —— 此三質皆恒用以爲去硫之料。

五、炭 Charco 及其他收養質 —— 若需去硫酸化物中之硫，應將炭 Carbon 及其他收養質，與鐵 Iron 及其他去硫質並用方可，因並須去養也。

▲硫酸化試料 Sulphating agents

多種硫化物經煅燒後，恒成硫酸化物，或鹼性硫酸化物。斯種作用之所由成，其故因：一煅燒熱度低，二含有砂養二及別種緩性質，三空氣之供給豐盛。有此三者，硫酸化物可由硫化物直接收養，或經養化硫所成之硫養二由媒介作用，與養配合而成硫養三。再與養化金類配合，即成硫酸化物。其式如左：



惟銻銻等質之硫化物，經煅燒時，不能成硫酸化物。

一、二臂硫酸化鐵 Ferrous sulfate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) —— 此質當煅燒時，可發生硫酸，故其緊繫功用，即在於此。燒時即分解而成養化鐵及無水弱硫酸；用時以先乾一部分為宜。

二、硫磺輕鉀及輕鈉 Sodium and Potassium bisulphates (Nitric cake NaHSO_4) —— 此二質亦恒用之，其功用與硫酸化鐵同。

▲綠化試料 Chlorinating agents

一、食鹽 Common salt (NaCl) —— 普通綠化試料僅此一種。含硫之質與此同燒，則硫與鈉配合而綠即與此質配為綠化物。若所燒之質，非硫化物時，應加以硫化物或多硫硫酸化物，如鐵硫二或鈉二硫二養三及其他相似之質。

二、綠氣 Chlorine —— 此為給綠料 Chlorinating。將錳養二與濃鹽酸同燒於另管中，即可供給此氣。若綠化鑄質時，將漂白粉及硫酸與鑄質，同置於給綠盆中，亦可生此作用。

▲碎鉛質 Granulated lead 及鉛片 Lead foil

一碎鉛係將純鉛（即用炭收紅鉛之養所得者），化於鍋中，使之較冷，以不燃木質為度，然後傾於木質盆中，盆之四圍，先略用黑鉛塗之，盆長十五寸，寬十寸，深七寸；當鉛質正凝結之際，猛震盪之，使鉛質與盆邊相衝而破碎，如是者略久，其結果將全體鉛質震碎。然此亦有粗細之別，用十二。

嗎噠之羅篩之；其細質即作碎鉛之用，而粗者仍加鉛化之，以便再製。鉛片係將鉛質碾為薄片所成。此三質均為試驗金銀之要劑，但恒含少許銀質，故用時宜注意及之。

第二節 濕試料 Wet Reagents

▲溶化料 Dissolving agents

一、汽水 Distilled water——即由蒸溜所得之水。普通飲料水，如泉水井水自來水等，內含各種化合物甚多，不適於用。

二、硫酸 Sulphuric acid (H_2SO_4)——此酸分濃淡二種：未參水者為濃硫酸，為無色如油之流質，故俗名石油 Oil of vitriol。重率為一·八四，其百分之九六為純酸；參水者為淡硫酸，平常參率為八分水二分酸。稍濃硫酸遇水則生熱，故參水時，須留意無論水酸勿使先熱，並須加酸於水，切勿加水於酸，以防噴洩之危險。

三、鹽濃 Hydrochloric acid (Hcl)——有濃淡二種：純者為無色流質，未參水者為濃鹽酸，其重之百分之三十二為輕綠，重率為一·一六，為消養化質及炭酸化質最善之料；參水者為淡鹽酸，平常參率為七分水分酸，能消沉澱及易溶金類之用。

四、消酸 Nitric acid (HNO_3)——此酸亦分濃淡，為無色流質。未參水者為濃硝酸，含純酸百分之七十，重率一·四二，平常每一立方釐酸重一格藍姆，入水則生熱；參水者為淡硝酸，平常參率

爲八分水二分酸。二種之外，尚有棕色硝酸，恒發棕氣，故又名發氣酸 *Fuming acid*，性質較濃硝酸尤烈。

五、醋酸 *Acetic acid* (CH_3COOH)——無水之醋酸，爲結晶體。熱至十七度，則爲流質，名曰水醋酸。重率一·〇四四，其百分之三三爲真酸，易化於水，通用者含水三分之二，爲無色流質，味如食醋。此爲有機酸，凡物質之不宜用無機酸化者，統用此化之，惟其性過弱，功用亦較少。

六、王強水 *Aqua Regia*——此酸係硝酸一分與鹽酸三分所合而成，加熱則分解而生如下之作用：
 $3\text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NOCl} + \text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

此酸用之以消化貴金屬及難溶之硫化質，其化後所成者爲綠化物。

七、硫化炭 *Carbon disulphide* (CS_2)——此爲無色如油之流質，帶惡臭，有劇毒，重率爲一·二九二。平常酸不化之質如含油質等，可用此質化之。

八、哥路芳姆 *Chloroform* (CHCl_3)——爲無色液體，有一種合閉之臭，又有甘味。微化於水，能化各種油質，並爲最要之麻醉劑。

九、溴水 *Bromine water*——以溴質加水搖之，至飽足不再溶化爲度，所得含溴之水，卽爲溴水。

十、溴 *Bromine*——純者重率爲三·〇，含水極微。爲紅棕色流質，極易蒸發。其消化功用，略同王酸；當忌用稍酸之時，恒用此酸。又能使養化金類溶化而成流質。

十一、碳酸 Carbonic acid (CO_2) —— 爲性重之氣，易化於水。用之以化驗各質忌養化者，又能禁磺質使不爲酸性之碳酸化物所吸收。

十二、弗酸 Hydrofluoric acid (HF) —— 含水之酸，恒貯於格特波卡 (Gutta-percha) 或鉛製之瓶中。性之強弱無定，純與否亦屬疑問。用時須蒸乾，驗其有無剩物。能蝕砂質。故用之以察砂酸化物。若試時不嫌參有別金，則試質亦可與弗化銻鉀或鈣及鹽酸參合，以貯於鉛器中，以代購用。此酸及其發出之氣，性極危險，宜避之。玻璃等器，不適於貯盛之用。

▲養化料 Oxidizing agents

一、鉷酸化鉀 Potassium bichromate ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) —— 爲紅黃色顆粒，易消於水。除養化外，並作試料。其液含鹽約爲百分之十。

二、錳酸化鉀 Potassium permanganate (KMnO_4) —— 爲深紫色片形結晶，售得者尚淨。易消於水而成爲紫色之液。

三、綠養三化鉀 Potassium chlorate (KClO_3) —— 爲無色片形結晶，易消於水，爲無色之液體。

四、稍酸 Nitric acid (HNO_3) —— 見前。

▲還原料 Reducing agents

一、弱硫酸 Sulphurous acid —— 此爲無色液體。可以購得，亦可用鉛與硫酸製之；因二質略加熱

，即發硫養三氣，以水收之，即此酸也。

二、二綠化錫 Stannous chloride ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)——此鹽為白色結晶，售者頗佳。易化於水，以二十格藍姆鹽化於十立方釐鹽酸中，加水至一立特，即為通用之液，但此液不易保存。

三、弱硫酸鈉 Sodium sulphite ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)——為白色顆粒。

四、鋅 Zinc (Zn)——有碎形者，有棍形者，平常恒含百分之一鉛及少許鐵鏽。遇酸生輕，故為還原之要料。

▲指標料 Indic tors

一、力抵募司 Timms——此為有機色質。遇酸變紅，遇鹼變藍。平常使用，以紙為便，商家出售，訂為小冊。至溶液之製法，係將十五至二十格藍姆藥料，化於一百立方釐水中，外助以熱水，使之消化；化畢沉淀後過濾，略加醋酸，使變淡紅色，再加一二滴蘇打 Soda 水並十立方釐酒精，存於有蓋欠密之瓶中，以備使用。

二、非納爾特林 Phenolphthalein——此為有機化合物。為無色結晶，不化於水。用為指標藥，尤以考求性弱酸質為要；惟含有亞莫尼亞，則忌用之。其溶液為以半格藍姆藥，化於一百立方釐淡酒精中所成，若化於淡鹼液，則現美觀之紅色，加酸則滅，故為有價值之指標藥。

三、黃色炭淡鉀鐵鹽 Potassium Ferrocyanide ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)——亦名黃模魯薩鹽 Yellow

prussiate of potash. 除用爲指標藥外，尙爲考質藥品，並用以考銻。其液中含鹽百分之五。

四、紅色炭淡鉀鐵鹽 Potassium Ferricyanid ($K_6Fe_3(CN)_{12}$) —— 亦名紅樸魯薩體鉀 Red prussiate of potash. 除指標藥外，並用以考質。其液中有百分之五爲鹽，易於分解，故用時始配備焉。

五、醋酸化鈾 Uranium acetate ($UO_2(E_2H_3O_2)_2 \cdot H_2O$) —— 以結晶者爲佳，其溶液爲考驗磷鹽酸化物之用。用以爲指標藥者，含鹽約百分之三。

六、澱粉 Starch or amyllum ($C_6H_{10}O_5$)_x —— 爲有機質粉。玉米中含之最多，恒用洋薯製之。不化於冷水，故必煮之至沸，方可用之，其液遇碘爲深藍色，遇溴爲亮黃色，故用以考碘溴等質。

七、硫酸化鐵三臂 Ferric sulphate ($Fe_2(SO_4)_3$) —— 爲黃白色之自溶質，濕法考銀用之。除指標藥外，並爲由溴分碘之用。

八、酒橘黃 Methyl orange ($(CH_3)_2NC_6H_4 \cdot 3N \cdot SO_3OH$) —— 爲黃色液體。遇弱橘不變，唯微遇鹼性，立即變色。

鹼性質 Alkalies

一、養輕鉀 Potassium hydrate (KOH) —— 售得者爲白色定質。極易收水，其液爲強鹼性，用以去酸，並能消化數種鹽質。

二、養輕鈉 Sodium hydrate ($NaOH$) —— 售得者爲柱形定質，但應存貯於木塞瓶中。又名苛性

蘇打，因鹼性甚強也。用以去液中之酸，當試驗時，若忌用養輕銻，恒用此質代之。

三、養輕銻 Ammonium hydrate (NH_4OH) —— 售得者為液體。鹼性甚強，味亦極大。最要用途為去酸質，並用以使金類鹽液結為金類之輕養化質。

四、碳酸鈉 Sodium carbonate (Na_2CO_3) —— 亦名蘇打 Soda。結晶者含十合點水，粉形者含水少許。極易化於水，其液為鹼性，用以去酸。

▲收濕料 Desiccating agents

一、綠化鈣 Calcium chloride (CaCl_2) —— 結晶者含六合點水，乾至百度表二百度，僅餘二合點水，當熔時水全失去。熔化之質，冷後碎為小塊，用以乾燥氣質。化於水生熱，熔液用處極少。

二、硫酸 Sulphuric acid (H_2SO_4) —— 為無色如油之流質，俗名石油 Oil of vitriol。濃者用以為收水料，餘見前。

三、硫酸化銅 Copper sulphate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) —— 含銅百分之二五。四，其不含水之純者，能收氣質中之水氣。用時須燒至攝氏表二百度，至不現綠藍等色為止。臨用始製，或將液侵於浮石，乾後用之，較為妥便。若呈有綠色，即為含濕之證。

四、酒精 Alcohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) —— 為無色之流質，重率為〇·八三八，其中約重之百分之八十為酒精。燃燒時應為無色火燄，燒後應無餘剩物。當水不適用時，此可用以洗漏斗上之沉澱，並為

助乾料。

▲規定料 Standards

一、碳酸化鈣 Calcium carbonate (CaCO_3) —— 以純者為佳。
 二、硫酸化鐵二臂 Ferrous sulphate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) —— 塊形者相宜，售得者頗淨。色應為藍綠，若變深綠或棕色，即不適用。其液含鹽百分之十。

三、稍酸鉛 Lead nitrate ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) —— 售得者尚純。

四、硫酸化鎂 Magnesium sulphate ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) —— 為無色之結晶，易化於水。

五、磷鹽 Microcosmic salt ($\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) —— 其結晶恒用以規定磷酸。

六、碳酸輕鉀 Potassium bicarbonate (KHCO_3) —— 售得者頗淨，燒之即為碳酸鉀，用為規定料。

七、多硫弱硫酸化鈉 Sodium Hyposulphate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) —— 售得者甚純，通名海普 Hypo。

八、硫酸化鋅 Zinc sulphate ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) —— 售得者頗純淨。

九、銀 Silver (Ag) —— 用時須依法提淨方可。

十、汞 Mercury (Hg) —— 售得者甚純，頗適於用。

十一、鐵 Iron (Fe) —— 純者用為規定料。

▲驗察料 Detecting agents

一、草酸 Oxalic acid ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) —— 係有機酸，爲無色之結晶，試規定液時恒用之。若干草酸化物，不易消化，可利用之以資分析。純者蒸發後應無餘物，其溶液平常含酸百分之十。

二、葉酸 Tumeric acid ($\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ or $\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_6$) —— 此爲結晶之有機酸，極易化於水及酒精中。功用與檸檬同，其溶液用時始製之。

三、蒜酸 Gallic acid ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$) —— 係有機酸，爲灰色結晶粉，易消於沸水，亦能消於冷水。用以考驗銻質，其液含酸百分之十，以溫水化之，用時始製備焉。

四、檸檬 Citric acid ($\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ or $\text{H}_5\text{C}_6\text{O}_7$) —— 係有機酸質，爲白色結晶，檸檬含之極多。易化有水，其液時久則變混，故用時宜新製。用以考磷酸化物，其最要之用途，爲當加養輕銶時阻碍磷酸化鐵銹之沉結。若用市上所售之結晶，宜防其內含硫酸，並燒後不應現灰燼。

五、綠氣及綠氣水 Chlorine and Chlorine Water —— 製法見前，用以提取金質。

六、銻酸化銶 Ammonium nitrate (NH_4NO_3) —— 此在銻酸法內，用以分析五養化磷，並用以廢除有機質。易化於水，其溶液用時始備之。

七、炭酸化銶 Barium carbonate (BaCO_3) —— 用以沉結弱性鹼質。以銶綠二液加炭酸銶液，即得炭酸銶沉澱，乘溫用之。

八、銻酸化鈷 Cobalt nitrate ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) —— 其溶液含鹽百分之十，用以分別養化銻銹

等質，加此燒之，能現各色。

九、三綠化鐵 Ferric chloride (Fe_2Cl_6) ——其結晶含六合點水，售得者恒含鹽，若用以考鑿時必須提淨。

十、醋酸化鉛 Lead acetate ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 亦為試料一之，其主要用途在驗硫化輕之有無。其液含鹽百分之十。

十一、二養化鉛 Lead dioxide (PbO_2) ——為黑棕色粉。除為養化料外，並能吸收硫養三氣。以紅鉛加淡銷酸燒之即得。

十二、邁思郎液 Nessler's solution

製法——以三十五格蘭姆鉀碘化於一百立方釐水中，再以十七格蘭姆汞綠二化於三百立方釐水中，將後液傾入前液，至沉澱結定為止，然後加入百分之二十碳酸鉀水，至足一立特，復將汞綠二液加入，俟沉澱再結時，定之，清之，以備使用。

用途——為試察亞莫尼亞之用。

十三、綠化鉑 Platinum chloride ($\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{HCl}$) ——其黃色結晶，含六合點水。其液為以五格蘭姆鹽化於一百立方釐水中所成；或消鉑於王強水中，再以瓷鍋蒸發至乾，然後加水化之亦可。用以分析鈉鉀銫及試察鉀。

十四、炭淡鉀 Potassium cyanide (KCN) ——見前，用以試銅銀等質並亦間用於分析。

十五、養輕鉀 Potassium Hydrate (KOH) ——見前，用以吸收炭養二氣。

十六、碘化鉀 Potassium Iodide (KI) ——係白色結晶，用以化驗碘質。其液見光，碘即分出。

十七、弱硝酸化鉀 Potassium nitrite (KNO₂) ——售得者雖不純，尚可用其飽和溶液。能分析鉍，用時始製之。

十八、炭淡硫化鉀 Potassium Sulphocyanide (KSCN) ——用以試察三臂之鐵，並由別質分析銀銅。其液含鹽百分之十，加以鹽酸，不應現色。

十九、醋酸鈉及醋酸 Sodium acetate (Na C₂ H₃ O₂) and acetic acid (HC₂ H₃ O₂) ——其液用以試察燐礬各酸，係以一百格爾姆鹽，化於五百立方釐醋酸，加水至一立特所成者。

二十、輕養化鈣 Calcium Hydrate (Ca(OH)₂) ——又名石灰水 Lime water。以石灰溶於百倍容量之冷水，搖動之，俟定為無色液質，即便於用。一百立方釐水，在百度表十五度時，能化0.136入格爾姆石灰，熱度愈大，化量愈微，用以考驗炭養二氣。

二十一、硫化輕 Hydrogen Sulphide (H₂S) ——亦名含硫輕氣 Sulphuretted hydrogen。此為試驗時常需之物。普通用硫化鐵加鹽酸或硫酸製之，所用器具以開字器 Knapp's apparatus 為最便。性毒，用時宜慎，又須使先通過淨水洗之，方適於用。用以分析各金類。

二十二、硫化銨 Ammonium Sulphide $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ——此為硫化銨通過銨輕銨液所成，新製者為無色。此外又有硫化輕銨 $(\text{NH}_4)_2\text{HS}$ 及多硫化銨 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$ 二種，恆帶黃色，亦為試金屬之要料。並能硫化錫（錫硫）。

二十三、草酸銨 Ammonium oxalate $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ——此鹽為白色結晶，其溶液係將十五格蘭姆鹽質化於一百立方釐水中所成。為試鈣之要質。

二十四、鉬酸銨 Ammonium molybdate $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ——此鹽為白色結晶，其溶液係將一百格蘭姆鹽質化於二百立方釐淡亞莫尼亞，傾入七百五十立方釐淡硝酸中，加水至一立特，俟沉淀後方適於用。為分五差化磷及試驗磷酸鉬酸之料，惟用時須加鎔酸。

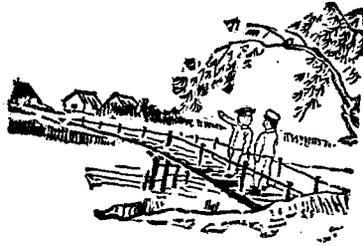
二十五、綠化銨 Barium chloride $(\text{Ba Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ ——此鹽為白色結晶。其溶液為化一百格蘭姆鹽於一立特水中所成。用以試察硫酸化質。

二十六、菓酸化鈉 Sodium tartaric $(\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)$ ——此鹽為白色透明之結晶。其溶液為八十格蘭姆鹽質化於水中，再加水至一立特所成；或化六十格蘭姆菓酸於一立特水中，用半立特煮之，加炭酸鈉至無氣體發生時為止，將與半立特菓酸液相加即得。用以分析鈉鉀等質。

二十七、磷酸化鈉 Sodium phosphate $(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$ ——售得之結晶頗純，用以考鎂，其液含鹽百分之十。

二十八、醋酸化鈾 Uranium acetate ($UO_2(C_2H_3O_2)_2 \cdot H_2O$) ——見前，售得之結晶甚純，其液用以考察燐遷等酸。

二十九、汞 Mercury (Hg) ——售得者甚純。能與金銀配為合金，故試此二質時恒用之，並為分析氣質之要料。



第二編 試金法

第一章 銀金貴金屬鉛汞

第一節 銀 Silver

普通應行考銀之質，厥爲下述之八類：

- 一、銀鑛及含硫化銀之別種鑛質，
- 二、硫化銀煉質，
- 三、含硫化銀之鉛銅及銅之合金，
- 四、銀之合金，
- 五、金之合金，
- 六、含銀之液，
- 七、硫化鐵渣，
- 八、各爐煉渣，烟塵，骨盃底，鉛羹，液澱，電解泥及各法所得之銀泥。

(甲) 銀鑛 Silver ores

(一) 自然銀 Native silver——此質有粒形者，有絲形者，亦有成片及樹枝各形者。白色，金質光

澤，性能打薄，並可以刀割之。自然銀之結晶為正方形，但恒微小。每生於銀鑛之中，又恒含有金銅等質，鉑銻鉍汞等亦有時產於其中。能消於硝酸，吹筒火亦能溶化。重率一〇·五，硬度二·五至三。

(11) 硫化銀鑛 *Argentite* (Ag_2S) —— 係黑灰色之軟脆銀鑛，金屬光澤，結晶正方形，但普通為塊質。裂粉鉛灰色，有光亮，易與銅鉛等鑛相混。以吹筒火燒之，可成銀珠。鑛質較銅鑛為重。純者含銀百分之八十七。重率七·三，硬度二·二五。

(12) 硫化銻銀鑛 *Slep units* ($5Ag_2S \cdot Sb_2S_3$) —— 係脆性銀鑛，色黑如鐵。加蘇打以吹筒火燒於木炭，可得淨銀，並有白色之養化銻結於木炭之上；單獨燒之，即成黑珠。普通含銀百分之七十。含銻百分之十四，僅有微量之銅存於其內。重率六·二七，硬度二·二五。

(13) 靈化銻銀鑛 *Polybasite* ($8Ag_2S \cdot Cu_2S \cdot As_2S_3$) —— 色黑如鐵，較前鑛複雜，銅靈之外，時含有別質，含銀至多為百分之七十五，重率六至六·四。

(14) 紅銀鑛 *Pyrrhotite* ($3Ag_2S \cdot Sb_2S_3$) —— 此為黑紅色鑛，條痕紅色，結晶立方體，性脆而軟。以吹筒火燒之能熔，分出之養化銻。凝於木炭上，加蘇打燒之，或燒之甚久，銀即分出。此鑛含銀百分之五九八，重率五·七至五·九，硬度二·五。

(15) 淺紅銀鑛 *Proustite* ($3Ag_2S \cdot As_2S_3$) —— 與前鑛相似，惟以靈易銻，色與鑛粉均較淡，燒之

發鑿之蒜味。餘同前鑛，含銀百分之六十五，重率五·四至五·六，硬度二至二·五。

(七) 黑銀鑛 *Mingyrite* —— 爲黑色硫化銻銀鑛，條痕紅色，含銀百分之三十六。

(八) 硒化銀鑛 *Nannamite* (Ag_2Se) —— 含銀百分之七三·二。

(九) 硒化銅銀鑛 *Encerite* ($Cu_2Se \cdot Ag_2Se$)

(十) 碲化銀鑛 *Hessite* (Ag_2Te)

(十一) 銻化金銀鑛 *Petalite* ($(AgAu)_2Te$)

(十二) 多銻化金銀鑛 *Sylvanite* ($(AuAg)_2Te_3$)

(十三) 硫化鐵銀鑛 *Sternbergite* ($Ag_2Fe_2S_2$)

(十四) 硫化銅銀鑛 *Stromeyerite* ($Ag_2S \cdot Cu_2S$)

(十五) 硫化雲銀鑛 *Zanohite oenite* ($3Ag_2S \cdot As_2S_2$)

(十六) 角銀鑛 *Kerargyrite* (*Horn silver*) ($AgCl$) —— 灰白色鑛，性軟如腊（亦有藍綠色者。）

在日光中，久則變黑。松香光澤，明亮條痕，無裂紋。刀割時似腊，結晶爲正方形。極易熔化，加蘇打燒之，則得銀。擦於鐵面，銀即鍍於其上。重率五·五，硬度一至一·五，純者含銀百分之七五。

(十七) 溴化銀鑛 *Bromyrite* ($AgBr$)

(十八) 碘化銀鑛 Iodurite (Ag I)

銀爲有東值之金屬，故鑛質中含銀雖微，尙可提取；然除最純之銀鑛，則初次冶煉，難得純銀。又銀之產於他鑛中者，亦屬不少，如鉛鋅等鑛質中恒含有之。

(乙) 硫化銀煉質 Argentiferous products

此類質爲 Matte 及 Spais。由冶銅鉛等鑛所得，恒含銅及硫，至鐵鉛錫銻鉛錫諸質，則時有時無而已。

(丙) 合金 Alloys

(一) 含硫化銀之鉛銅及銅之合金 Argentiferous lead copper and copper alloys

鉛得之於冶爐及裴聽生 Patinson 煉鍋，拍克司 Parkes 蒸器者，其含銀之成分，恒不一致。銅得之於冶爐粗銅及底銅。

合金爲含銀之德國銀等。

(1) 銀之合金 Silver alloys

(2) 金之合金 Gold alloys

(丁) 含銀之液 Solutions containing silver

一、克勞得 Claudet 液——爲含銀銅鐵鉛之綠化物。

二、炭液鉀液——電渡液中之沉結液。

三、多酸弱純酸化液——注薄他落 Van Patera 及羅塞魯 Russell 悶化液——其液含銀銅鉛鋅

等質。

四、硫酸及鎔酸化銀各液——得之於分金法者。

(戊) 硫化鐵渣 Pyrite cinder——此由製造硫酸時所得，含銀僅微屬量。

(己) 各爐煉渣 Furnace slags——由冶煉銀泥及含銀豐富之鏽所得。所含多為矽酸鐵並少量之

鉛銅，每噸含銀係由半英兩至四英兩。

銀泥 Silver mud——此由 Claret 法所得。含銀銅鉛鋅等金屬，養化鐵鈣及少許別質，其中百分之六至一二·五為銀。由製硫酸銅所得之泥，每噸含銀為八百至一千五百英兩；由電製純銅所得之銀，含銀達百分之二十五或每噸有銀八千英兩。

硫化銀液 Silver Sulphide precipitate——此由多硫弱硫酸悶化液法所得。有時含銀百分之八十五至八十七，羅塞魯 Russell 泥，為硫化銀銅鉛質，含銀不得過百分之四至六。

(庚) 烟塵 Fine dust——此恒為硫化鉛硫酸化鉛及養化鉛，並有鋅、錫、鈣之養化物，含銀多寡無定。

(辛) 銀鏽之乾法考驗 Assay of silver ores

銀質之產生，或係自然銀質，或係似鹽元質化銀，或係硫化銀（與硫化他種金類結合者甚為普通），並有含於他種複雜質者。其含銀之多寡，自純銀至僅含少許，若鑛內含銀達萬分之五，即可目為銀鑛以取銀，此種鑛質，以鉛鑛為多。銀鑛於考驗之先，應選出標本之質秤之，熱至攝氏表百度以乾之，乾後再秤。考驗之鑛，恒用乾質，惟計算成分，須乾濕並論。

標本鑛乾後，應研為細粉，使通過每方寸六十碼噓之羅勻和之。若含純銀質，研後即成片狀，通不過羅，宜揀出，裹以試驗鉛，另冶練之。所得銀珠，秤之，再試合金質與否；若合金質，當計算時，須將其重量由珠減去，再定銀之成分。

(一) 銀鑛處理之大要 *General treatment of silver ores*——當銀質由鑛分出時，極易為同產之他金所收，最著者為與鉛及銅成為合金。同理其硫化質亦易與同產他金類之硫化質配合，其配合之最易者為硫化銅，其次為鉛鋅鐵及鹼性類各金質。當冶鍊銀鑛成滓之際，硫之逐出愈完全愈佳，使銀之全部能入於鉛滓，因此為收銀最便之金類也。

硫之逐出，恒恃養氣，而養氣之供給，多由輔助物中之紅鉛。坩鍋鍊法，有時用銷煨燒皿法，養化劑則為空氣，然此法係用於處理含錒少許之鑛，因錒與鉛配為錒酸化鉛，而分出之銀收積於多量鉛質之中也。即含錒少許之鑛，亦可用此法以去之；惟含錒太多之鑛，須用坩鍋法加銷以養化之。若知鑛中含有鋅汞錒等質，煨燒皿法絕不可用，因此損失過多；即用坩鍋法，亦宜多加養化鉛，使渣滓之

中，仍有多餘之養化鉛存在爲佳。若含銅極多之質，如鍊得之淨銅鐵硫，先用濕法將銅提出，然後煨燒皿與坩鍋二法均可以用。由銀鑛試銀，濕法極不相宜。

(1) 煨燒皿法 Method of scorification

此法之手續，係將鑛質及助熔物置於碗碟或名煨燒皿 *scorifier* 內，放入高熱度之馬福爐內燒之。煨燒之物，使與空氣相接，起養化作用，以除去各雜質。其輔助物及煨燒各手續如下：

輔助品之配置：

鑛質 Ore

一〇格蘭姆；

碎鉛塊 Granulated lead

五〇至七五格蘭姆；

礪砂 Borax

一格蘭姆。

煨燒之手續：

煨燒皿之裝置——將鉛一半與鑛質和勻，置於皿底，以其餘一半蓋於其上，再上爲礪砂，滴成皿蓋，使易熔爲煉滓。裝置之後，將皿安於馬福爐之磚上。

煨燒時之變化——熱度升高時，鉛與鑛質同時起養化作用，銀由此分出，與未養化之鉛結合。硫及若干之鹽，亦與養配合而去。所餘之鹽及錒，養化之後，立卽與鉛之養化物配合而成流動之煉滓。又鑛滓中之矽養二與養化鉛配合，亦成易熔之矽酸鉛。鉛金類以外之金屬，均變爲養化物。消納於

鉛養 (萊薩基 Lihitego.) 至鑛滓之石灰，須以礪砂配合而去之。

煨燒後之收束——當煉滓成後，在皿內之上部如蓋，此時須將十分之一格蘭姆無煙炭以紙裹之，傾於煉滓上，則炭立起收養作用，鉛養之一部又變為鉛。若鉛養中帶有銀質，亦被此鉛所收積。俟皿內之流質熔清時，速將皿由爐取出，將其內之熔液傾入模內，冷之，取出錘之。俟煉滓錘盡，所剩者即為含銀之鉛錠。若此鉛錠之重超過二十五格蘭姆，或性質太硬，應再放入皿內，置爐中使之養化，至多寡適宜為止。剩下之煉滓，恒含銀質少許，宜再復煉一次，將所得之鉛錠，加入初次鉛錠之內，一併處理。

鉛錠之煨烘——法將軟潔鉛錠，置入骨灰盃內 (或名煨烘盃 Cupel, 此盃應較鉛錠為重,) 放入馬福爐中，以較小之熱度烘之。約二十至三十分鐘之久，鉛質除一部分受養化外，餘皆為骨灰所吸收，盃內所餘之銀珠，擦淨稱之。

銀質之計算——由銀珠之重，即可推知含銀之成分，平常恒以每噸含銀若干兩計之，此不含金之鐵為然也。若鑛中含有金質，須於銀珠稱後，放入瓷盃內，加重率一·二之熱銷酸，外圍熱水化之。當銀質完全消化，金質剩為黑粉，再三洗之，乾之，燒後稱之。以所得之重，由銀珠減去，銀之成分，即可推出。金銀各質，均宜以 Froy 法計之，即每噸二千二百四十磅之鑛質內，含有金銀各若干英兩 Ounces, 辨重 Tins 粒重 Grains 是也。至所用紅鉛粒內，如含有銀，亦須減去，故試驗所用之紅鉛，以

淨為佳。

試驗之結果。

(甲) 酸性銀鑛 Siliceous ore

試驗	鑛質重	鉛重	銻重	銀珠重	銀之百分率
一	一〇	三九·五	〇·〇一九四	〇·一九四	〇·一九四
二	一〇	三七·八	〇·〇一九一	〇·一九一	〇·一九一

按試驗一，每噸含銀為六三英兩六辨重三·二粒重；試驗二，每噸含銀六二英兩一三辨重九·六粒重，平均數為六二英兩一九辨重一八·四粒重。

(乙) 鹼性銀鑛 Paste ore

試驗	鑛質重	鉛重	銻重	銀珠重	銀之百分率
一	一〇	四二·二	〇·〇四〇五	〇·四〇五	〇·四〇五
二	一〇	四一·四	〇·〇四〇	〇·四〇〇	〇·四〇〇

按試驗一，每噸含銀為一三〇英兩一六辨重一四·四粒重；試驗二，每噸含銀為一三〇英兩一三

驗鑛學大意

辨重八粒重；平均數爲一二〇英兩一四辨重二三・二粒重。

(丙) 鹼性銀鑛 Basic ore

試驗	鑛質重	鉛重	銻重	銀珠重	銀之百分率
一	一〇	五九・四	〇・〇三九六	〇・三九六	
二	一〇	六〇・九	〇・〇三九七	〇・三九七	

按試驗一，每噸含銀爲一二九英兩七辨重四・八粒重，試驗二，每噸含銀爲一二九英兩二三辨重一七六粒重；平均數爲一二九英兩一〇辨重一一・二粒重。

(三) 坩鍋試法 Method of crucible assay

鑛質當試驗之前，每置於坩鍋內，用低熱度煅煉之。此最宜於含銅銻較多之鑛或含硫銻甚多者，但鑛質內若含有汞或銻，切不可用煅煉皿法。

試驗之情形

紅鉛之功用——輔助物中之紅鉛，切不可少；半以其所含之養化鑛質中之雜金，半變爲二十五至三十格蘭姆之鉛質，以收積分出之銀。若試驗養化物之鑛，使鉛養變爲鉛，須加炭質；但鑛質內含收養劑時，炭質之加，即屬無須。其未變之養化鉛，用途有二：一與砂養二配爲砂酸化鉛之煉淨，二收

錫之養化物以配成錫酸化鉛，亦歸於煉滓。

熔化之經過——鐵質未熔之時，宜用暗紅熱度燜之，至十分鐘之久，然後增加熱度以熔化之。俟溶化之液作用完畢，現平靜狀，然後傾出。若鉛錠過輕，宜加增炭質，使鉛硫之重達二十五格蘭姆為止（一分木炭能由紅鉛收養成爲十八分純鉛。）若所成之鉛太多，或性質太硬，須減少炭，加增紅鉛（三分紅鉛能養化一分鉛變爲鉛養。）

複雜鑛之處理——若鑛質含錫過多，確卽爲必要之品，否則銀之損失必大。亦有時先將鑛質養化，而後乃在同坩鍋內繼之以熔者。含銀鑛質複雜者極多，若試驗新鮮鑛質，恒先試熔一次。

輔助物之配置：

(甲) 酸性滓之鑛 Ores with siliceous gangue ..

鑛質 二五格蘭姆或〇·五至一試金噸；

紅鉛 三〇或二〇至四〇格蘭姆；

木炭 一·五或一至一·五格蘭姆；

炭酸鈉 三〇或二〇至四〇格蘭姆。

(乙) 鹼性滓之鑛 Ores with Basic gangue ..

鑛質 二五格蘭姆或〇·五至一試金噸；

第二編 試金法

紅鉛 四〇或二〇至四〇格蘭姆；

木炭 二・三或一・五至三格蘭姆；

炭酸鈉 二〇或一五至三〇格蘭姆；

硼砂 一〇或七至一五格蘭姆。

(丙) 硫化銅鐵之鑛 Pyritic ores.

鑛質 二五格蘭姆或〇・五至一試金噸；

紅鉛 三〇至六〇或二五至七五格蘭姆；

硼砂 一五或一〇至二〇格蘭姆；

炭酸鈉 二〇或一五至三〇格蘭姆。

試金噸 Assay ton (A.T.) —— 一試金噸為三二・六六六格蘭姆。純鐵片寬六分，長六寸，厚一分，應置於坩鍋之內，若熔後煉滓中帶有硫化鐵塊時，宜與煉滓同時淨煉之。

煉之複滓煉 —— 煉銀鑛所得煉滓，宜為玻璃形、不含硫黃為砂酸化鐵，應為綠色，不應為棕色。若含有錒，應使之完全養化而去。然無論如何所得煉滓，均應提淨之。法先將此滓研為粗粉，摻和下列各質熔之。

紅鉛 二〇格蘭姆；

炭酸鈉 五格蘭姆；

木炭 一格蘭姆。

熔出之鉛錠，置入骨灰盆，放馬福爐內烘之。所得銀珠，應加於原試驗所得之銀珠一並計算。試

驗之結果 Results of assay.

(甲) 酸性銀鑛 Siliceous ore

試 驗	鑛 質 重	鉛 錠 重	銀 珠 重	銀 之 百 分 率
一	二五	二八·二五	〇·〇四九一	〇·一九六四
二	二五	二八·五	〇·〇四九二	〇·一九六八
三	二五	二八·〇六	〇·〇四八五	〇·一九四〇

按試驗一，每噸含銀為六四英兩三辨重三·五二粒重；試驗二，每噸含銀為六四英兩九辨重三·二四粒重；試驗三，每噸含銀為六三英兩七辨重一一·二粒重；平均數為六三英兩一九辨重二一·九九粒重。

(乙) 鹼性銀鑛 Basic ore

試 驗	鑛 質 重	鉛錠重 原鉛錠及 煉淨鉛錠	銀 珠 重	銀 之 百 分 率
-----	-------	---------------------	-------	-----------

第二編 試金法

驗鑛學大意

五四

一	二五	五二・二八	〇・一〇〇二	〇・四〇〇八
二	二五	五一・六八	〇・一〇〇三	〇・四〇一二
三	二五	五一・五	〇・〇九九六	〇・三九八四

按試驗一，每噸含銀爲一三〇英兩一八辨重一三・四四粒重；試驗二，每噸含銀爲一三一英兩四一六粒重；試驗三，每噸含銀爲一三〇英兩九辨重九・九二粒重；平均數爲一三〇英兩一五辨重二一・八四粒重。

(丙) 硫化銅鐵鑛 Pyrite ore

試驗	鑛質重	鉛銻重 <small>試驗鉛銻及 淨煉洋鉛銻</small>	銀珠重	銀之百分率
一	二五	五六・〇	〇・一〇二五	〇・四一〇〇
二	二五	五五・八	〇・一〇一八	〇・四〇七二

按試驗一，每噸含銀爲一三三英兩一八辨重六粒重；試驗二，每噸含銀爲一三二英兩一九辨重二・三六粒重；平均數爲一三三英兩三辨重一六・一八粒重。

(壬) 舍銅銀鑛之試驗 Assay of cupriferous silver ores

(1) 坩鍋法 Crucible assay

此法所用之輔助物如左：

鑛質 二〇格蘭姆或・〇五試金噸；

紅鉛 六〇至八〇或五〇格蘭姆；

硼砂 二〇或一五格蘭姆；

碳酸鈉 一〇格蘭姆。

純鐵片之用及煉淨之淨煉，與硫化銅鐵鑛之試驗同。

(一) 乾濕參用法 *Mixed wet and dry method*

含銅較多之鑛，用此法極為相宜。法將研成細粉之鑛質秤出十至二十格蘭姆。用瑪瑙鍋再研之。以十立方釐硝酸化之，漸漸加火熱之，至完全消化為止。加六十立方釐水，加二十格蘭姆鉛醋酸（先化於少許之水中，然後再加。）及少許鹽酸，勿使過多，恐鉛質完全結為沉澱。過濾，用冷水洗一次。濾得之沉澱，乾之，燒其濾紙，加於下列之輔助物內：

紅鉛 二五格蘭姆；

碳酸鈉 二〇格蘭姆；

木炭 一格蘭姆。

裝入小坩鍋，熔之如前。俟熔畢，傾入模內，冷之。將錠錘淨，置於骨灰盃烘之，所得銀珠秤之。

第二編 試金法

五五

• 若鑛質合銀豐富，煉滓須照前法淨煉一次，否則無用。

試驗之結果 Results of assay

(甲) 坩鍋法

試驗	鑛質重	鉛錠重 <small>試驗錠加 煉滓錠</small>	銀珠重	銀之百分率
一	二〇	六六・四	〇・〇八五九	〇・四二九五
二	二〇	六六・〇	〇・〇八五六	〇・四二八〇

按試驗一，此鑛每噸含銀為一四〇英兩六辨重三・六粒重；試驗二，每噸含銀為一三九英兩一六辨重六・四粒重；平均為一四〇英兩二辨重。

(乙) 乾濕參用法

試驗	鑛質重	鉛錠重 <small>試驗錠加 金滓錠</small>	銀珠重	銀之百分率
一	一〇	二一・五	〇・〇四一四	〇・四一四〇
二	一〇	二〇・九	〇・〇四〇九	〇・四〇九〇

按試驗一，此鑛每噸含銀為一三五英兩四辨重一九・二粒重；試驗二，每噸含銀為一三三英兩一四辨重三・二粒重；平均為一三四英兩九辨重一一・二粒重。

(癸) 銀質之濕法考驗 Wet assay of silver Qualion

普通用者，爲涅魯赫德法 Voehard's method。此法係將鉀炭燐硫 (KONS) 液或鉀炭燐硫 (NH₄ONS) 液，加於硝酸化銀 (AgNO₃) 液中，使之結爲沉澱。俟多加之炭燐硫化鉀或銻，與三脣鐵硫酸遇，發現紅棕色時，卽爲末點；

規定液 Standard solution

秤出六格蘭姆炭燐硫銻，化於一立特水中。其指標料爲鐵礬 Iron atom 之飽足液，每次用五立方釐。

規定液之試驗 Standardisation

秤純銀數份，每份爲〇·二格蘭姆，各化於少許硝酸中。沸之，逐出炭養氣，冷後加水至一百立方釐；然後將規定液滴入，至多部之銀結爲沉澱，加五立方釐指標料液，再續滴規定液，至現永久紅棕色時，使銀質沉淀。

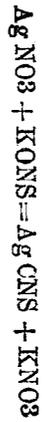
銀質之試驗 Assay of silver

試驗銀質法，與試驗規定液同；所有之銀，均須爲硝酸化質。

此試驗所用之水，應不含綠化物。

試驗化式 Chemical reaction

第二編 試金法



試驗結果 Results

(一) 規定液 重量以格蘭姆 Gramme 爲單位，容量以立方釐 c.c. 爲單位。

試 驗	純 銀 重	規 定 液 量	每 c.c. 規 定 液 抵 銀 重
一	〇・二	二三・七	〇・〇〇八四〇
二	〇・二	二三・八	〇・〇〇八四一
三	〇・二	二三・八	〇・〇〇八四一
平均 答 數			〇・〇〇八四一

附計算法

設純銀之重爲 X，所用之規定液量爲 Y，每立方釐規定液所抵之銀重爲 Z，則可得式如左：

$$\frac{X}{Y} = Z$$

(二) 試銀 重量以格蘭姆 Gramme 爲單位，容量以立方釐 c.c. 爲單位，成分以千分之一爲單位。

試 驗	所 考 銀 質 重	規 定 液 量	含 銀 之 成 分
-----	-----------	---------	-----------

一	〇・二	二二・一	九二七・三
二	〇・二	二二・一	九二七・三
三	〇・二	二二・〇	九二五・一
平均答數			九二五・九

附記 若用十分之一濃度之規定液，則其結果應較用原濃度之液所得者為佳。

附計算法

設所試銀質之重為 X ，所用之規定液量為 Y ，每立方釐規定液所抵之銀重為 Z 如前，銀之成分為 W ，則得式如左：

$$X + Y + Z = W$$

結論

銀為吾國習用之主幣，似當產量甚豐，惟環視國中，迄未見有重要鑛床。據各方調查，全國產額不過數萬兩，皆出之方鉛鑛中。大抵含銀較富之鑛，皆限於三四百尺以上，深入即減。且中國之貧於銀，不特於今為烈，而實自古已然。試考古代金銀之比價，在前清光緒以前，皆在一比十七以下，明代比價，且不過一比四至八之間，由是可見當時多金少銀之現象，三十以上之比價，不過光緒二十年

以後之事耳。夫需之若是其急，求之若是其勤，採銀治銀之技術，又非甚難之事，而自古以來，產量終不甚多者，是殆天產所限，誠有未可強為者耳。

第二節 金 GOLD

含金質之應行考驗者，厥為以下之七類：

(一) 鑛質 Ores

一、係純金質產於石英內之金鑛，其中或有無別質之養化物。

二、亦為純金質之產於石英者，但其中夾有他種重金屬之硫化物。

三、含銻之金鑛。

四、金鑛之產於他金屬者。

(二) 硫化鐵銅質 Reguli, matte, speiss.

(三) 煉渣 Slag

(四) 落砂 Sweep 及他餘質 Other residue

(五) 合金 Alloy

一、含銀者，如粗金 Crude gold、自然金 Native gold、蒸汞金 Rotorated amalgam、電解金是也。
Electrum 是。

一、含銀銅者，如飾金 Jewellery、幣金 Coinage alloys 是。

三、含銅者，如靛銅 Tough pitch、底銅 Copper bottoms 黑銅 Blacke opper 是。

四、雜銅，如青銅 Bronze、黃銅 Brass 是。

五、鉑 Platinum 鉛 Lead。

六、來莫路塊 Lameel bars。

(六) 澱金 Precipitated gold——由綠化合取金及炭液化合取金各法所得之沉澱金。

(七) 銀泥 Silver mud——由克勞得 Chaullet 法所得之質。

(甲) 金鑛 Gold ores

(一) 石英金鑛——含有純金質，大小不一，石英形狀亦不一致，故鑒別之法，實無一定，因無特別顏色及形式可依以為據也。但按普通學理，石英中夾有含水養化鐵時（由鐵硫礦分解所成），即多含有金質，有時純金質與養化鐵參雜，此須用顯微鏡窺測之。

(二) 含鑛豐富之石英——此為石英中產有多量他種鑛質，最尋常者，如硫化鐵，亦或含有金質。含金之鑛帶恒產於錳銻鉍等鑛；如遇此三種鑛時，必須察其有無金質。總之，含鑛豐富之石英，恒夾純金，而硫化鑛亦為產金之要質也。

(三) 碲化鑛——碲化鑛物，恒含多量之金質。

自然磅爲結晶質，有六方體者，亦有塊粒等形者。色白如錫，金狀光澤，性脆，硬度二至二·五，重率六·一至六·三。組成爲碲與金鐵之合金，成分希達百分之三。

黑灰碲鑛 *Sylvanite*，爲單斜體結晶質，顯有規則之紋，亦有塊粉形者。色係網灰至錫白，亦有帶黃色者，條痕亦如之。金屬光澤，硬度一·五至二，重率五·七至八·二八。組成係粒化金銀 ($Ag_{25}Au$) Tes_3 。

黑磅鑛 *Nagyrite*，爲正方體結晶，並有鱗形塊形者。色及條痕均如黑鉛。半金屬先澤，不透明。硬度一至一·五，重率六·八至七·二。組成爲碲硫酸化金鉛 ($AuPb$)₂ ($TesSb$)₃，合金成分自百分之六至二十。

鉍碲鑛 *Tetradymite* 爲正方體結晶，亦有塊粒及鱗形者。裂紋與底平，甚完全。淺網灰色，金屬光澤。硬度一，能染紙，組成爲鉍二碲三。

含碲鑛燒於試筒，發白色昇華，熔後爲黃色液，但冷時仍爲白色定質。

若欲試鑛質之含碲與否，以濃硫酸數滴，傾於乾潔蒸鍋中。熱之，使酸全達鍋面；由此加熱，至酸分解發氣時，將鑛粉少許滴入。同時使蒸鍋搖動，鍋下置本生燈，使熱度不降。若鑛質含有碲時，則鑛質與硫酸相遇之處，必顯亮紫色。惟鑛質之用於此試驗者，宜慎選之。

試金鑛中有無含碲，克司提魯 *Krusal* 氏所發明之法，較爲便利，其法如下：

研碎之鑛，置於瓷碟中，加少許水及汞以散布之，然後再加入鈉汞合金。若鑛中含有碲質，水即顯亮紫色，據克氏云：此為碲化鈉之配合。若有硫時，以銀片入之，則片即有黑色。若有硫化鐵時，即配為黑色之沉澱，可使紫色不顯。然若將此水傾出，另加新水及少許鈉汞合金，則碲即可試出。

(乙) 硫化他金屬質 Sulphides of other metals

他金屬鑛若含有金時，當冶煉後，其貴金即分出為金屬質，如粗煉所得之硫化鐵銅質 Regulus matte, speiss 是也。

(丙) 煉渣 Slags

冶煉各鑛所得之渣，其組成為矽酸石灰及氧化鐵。又爐鍋鍊出之渣及浮揭質，以及淨煉含金質（由炭液所得之質）所餘之渣，均為應試之質。

(丁) 含金餘剩質 Residues containing gold

此為裝飾品所剩之金片，金粉，金塵，金渣等質。其不潔之質。多半為廢土。恒帶生物質，如皮紙之類，故試前必須燒去，方可無碍。

又化煉金質之鍋，亦每含有金質。

(戊) 自然汞膏 Native amalgam

如鍍金合金 AuPd, 鈷金合金 Au Rh 及汞金合金 $\text{Bi, Cd, Sn, Ag, Au}$ 等是。

(巳) 金鑛試金術 Assay of gold ores

鑛質當試驗之前，意均研為細粉，使過每方寸六十嗎噠之羅。若現純金，須另收積，加鉛煨燒之法與考銀鑛同。

金鑛之分類 Classes of gold ores

除自然金外，金鑛種類頗多；為便於考驗言之，可別為四：

- (一) 酸性渣鑛 Ores with silicious gangue —— 如平常合金之石英是也。
- (二) 鹼性渣鑛 Ores with basic gangue —— 係由硫化銅鐵鑛脈上端已經變遷之鑛質，如合金之炭酸及含硫酸化銅鐵鑛是也。
- (三) 硫化銅鐵渣鑛 Pyritic ores —— 如合金之硫化銅鐵鑛是也。
- (四) 複雜鑛質 Complex ores —— 金與他質配合者，亦屬不少，如錫等鑛質恒與金鑛配合或同產是也。

此外金鑛尚分自由結合 Free milling 及反對結合 Refractory 二種，此就金質之能否與汞結成合金而言。

汞膏試法 Assay of amalgamation

試金質之是否自立結合，法將搗碎之鑛秤出二百五十格蘭姆，於鐵鑪中研之，使恰與水和為蜜質

形爲止。移入厚玻璃瓶內，加以十格蘭姆淨汞，振搖四點鐘之久，再加五格蘭姆汞及五十立方釐水攪之，以期金質均收積於汞內，然後漸漸用水將鑪中之砂淘去。若汞現散沙形，須加少許硝酸，使之結聚，然後蒸發於厚玻璃管中，收積之，燒之。秤所餘金質，與處理銀質同，并計算出每噸二千二百四十磅含金若干英兩 (ozs) 若干辨重 (twts) 若干粒 (grains)。

煨燒試法 Method of scorification

試金鑪所含之金，以坩鍋法爲最普通。惟多種鑪質，亦用煨燒之法；但非係特別合金豐富，或係選出之金砂，此法亦不相宜。平常用三十至七十格蘭姆鑪，以便得一易秤之珠。惟普通煨燒皿限於容量；若鑪質太多，非分試不爲功，故恒將鑪分爲數份，分別試之。其輕助物之配置如下：

鑪質 一〇格蘭姆

鉛粒 五〇至七五格蘭姆

硼砂 一格蘭姆

溶化之後，加以煨燒（一切手續均與試銀鑪同），將數次所得鉛硫併之。若總數太大，燒之使達適宜之重量爲止（約二十格蘭姆），然後置骨灰盃內烘之。秤所得金珠，則每噸合金之量，即可推出。

若金鑪中含有銻汞鏷及其相似之原質，或與此等質配合之鑪，則上法決不可用。

坩鍋試法 method of Crucible assay

第二編 試金法

試金應注意之要點，與試銀大致相同。惟其煉渣內之鐵，須爲二臂，又須不含錳質；否則必特別注意，以使養化力極低方可。煉渣內含有硫化物，不甚爲害，此與銀鑛相異之點。但鑛內含銅時，須防止之；因試金之法，用銅爲收積質，不似試銀法之以去銅爲佳也。

試金法中，鐵硫非特無害，尙可利用；故坩鍋內恒用鐵片一塊，插於輔助物內，藉以分解鐵硫二質，並使煉渣之金類養化力微弱，鹽與硫二質對於此法，爲害甚大，輔助物內切忌加入！

溶化之先，宜注意用暗紅熱將輔助物烘悶 $15\text{--}20$ 至十分鐘之久。熔後所得鉛硫，以二十五至三十格蘭姆爲相宜。若有增減，須改變木炭之多寡，總以達到此數爲佳。鉛銻冷後，用斧錘淨，置入骨灰盃燒之，將所得之金珠秤之。

鉛硫應性軟，否則用骨灰盃燒之。但須先置煨燒皿中，放入馬福爐內煨燒一次，恐含有物質於骨灰盃面，以致試驗結果不能獲得清潔之金珠也。

煉渣之提淨——試合金極富之礦，或每噸合金在十五英兩以上，所得煉渣，宜加以碳酸鈉，紅鉛，及少許木炭，復煉一次，否則不必。紅鉛之量，須視煉渣內所含養化鉛之多寡而定。復煉之時，宜將所含之養化鉛完全變爲鉛質。

鉛銻置骨灰盃中，放馬福爐內，將鉛質燒去。所得之金珠，秤後再加較此重二倍半之淨銀及半格蘭姆之鉛，用小骨灰盃燒於馬福爐內。將所得之珠用一·二重率之硝酸分之，則銀質化去，餘爲黑色

金質。然後洗之，乾之，放入瓷鍋，用暗紅熱燒於馬福爐中，使金質變黃，取出後冷秤之。所用之紅鉛，應試其有無銀質。法以一百格蘭姆紅餘加五格蘭姆木炭燒之，所得鉛錠，用骨灰盃試之，試得銀量，由試驗金珠減去，以冀得金銀之真量。黃鉛粉 *Litharge* 在試金法中亦屬相宜；祇以其所含養氣，不如紅鉛之多，故僅限於含石英之鑛質，若鑛渣為銅鐵銀之硫化質，即不可用。收養劑以木炭為佳，惟若缺少此物時，亦可用麪粉或亞勾 (*Argol*) 代之。二格蘭姆麪粉或五格蘭姆亞勾收養之力，與一格蘭姆木炭相等。

輔助物之配置：

(甲) 酸性渣鑛 *Ores with siliceous gangue*

此鑛之輔助物中，僅加紅鉛及木炭二質，即可試驗；惟為使煉渣流動起見，並加碳酸化鈉。其極佳之配置如下：

礦質 <i>Ore</i>	五〇格蘭姆或一試金噸
紅鉛 <i>Red lead</i>	四〇或三〇格蘭姆
木炭 <i>Charcoal</i>	一・五或一格蘭姆
碳酸鈉 <i>Sod. in carbonate</i>	六〇或四〇格蘭姆
(乙) 鹼性渣鑛 <i>Ores with basic gangue</i>	

第二編 試金法

此鑛所用之輔助物，可時為變異，因礦渣改變，則所配之各物亦須改變，以求易於化合也。如礦渣為養化鐵時，其配置法如下：

礦質 Ore

五〇格蘭姆或一試金噸

紅鉛 Red lead

四〇或二〇格蘭姆

木炭 Charcoal

二至三或一至二格蘭姆

硼砂 Borax

一〇至三〇或一〇至二〇格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate

四〇或三〇格蘭姆

若礦渣內有易收養質如養化銅之類，應多加紅鉛，並小心使熱度減低，至恰能溶化即可。如含養化銅質過多，仿照試銀法用濕法分出最佳；但須留意勿使含有純綠氣及綠化物，恐將金質溶化，以致失敗。至鉛銻之重應為若干，前已敘述，茲不再及。

(丙) 硫化銅鐵渣礦 Pyritic ores

試驗此鑛，或用低熱度煨燒，使硫質養化而去，然後用鹼性輔助物之配置；或多加紅鉛，使養氣之供給加增，均屬適當。至木炭則僅用少許，或完全不用亦可。其極佳之配置如下：

鑛質 Ore

五〇格蘭姆或一試金噸

紅鉛 Red lead

六〇或四〇格蘭姆

硼砂 Borax 二五或一五至二五格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate 四〇或三〇格蘭姆

若鑛中概不含砂，須加少許於輔助物中，或鋪於鍋底，並應留意勿使鐵質缺乏。又鑛質既含硫甚富，而硫係收養劑，則木炭即可不用，只應多加硼砂，俾與金類養化物配合成渣，即可得良好結果。至輔助物之熔化、鉛錠之烘燒，除照前法辦理外，更應特別謹慎焉。

試驗之結果

(甲) 酸性渣鑛

試 驗	鑛 質 重	鉛 錠 重	金 球 重	金之百分率
一	五〇・〇	三三・五	〇・〇〇五八	〇・〇一一六
二	五〇・〇	三四・〇	〇・〇〇六〇	〇・〇〇一二〇

按試驗一，則每噸應合金為三英兩，一八辨重，一九・二粒重；試驗二，每噸應合金為三英兩，一六辨重，四・四八粒重；平均為三英兩，一七辨重，六・八四粒重。

(乙) 鹼性渣鑛

試 驗	鑛 質 重	鉛 錠 重	金 球 重	金之百分率

驗鑛學大意

七〇

一	五〇	三三・五	〇・〇一二二	〇・〇二四四
二	五〇	三三・〇	〇・〇一三一	〇・〇二六二

按試驗一，每噸含金為七英兩，一九辨重，一〇粒重；試驗二，每噸含金為八英兩，一一辨重，四・一六辨重；平均為八英兩，五辨重七・〇八粒重。

(丙) 硫化銅鐵渣鑛

試驗	鑛質重	鉛	銻	重	金	球	重	金之百分率
一	五〇	五二・五	〇・〇〇四二	〇・〇〇四二	〇・〇〇八四	〇・〇〇八四		
二	五〇	五三・〇	〇・〇〇四四	〇・〇〇四四	〇・〇〇八八	〇・〇〇八八		

按試驗一，每噸含金為二英兩，一六辨重，二一・一二粒重；試驗二，每噸含金為二英兩，一七辨重，一一・八粒重；平均為二英兩，一六辨重，二三・四六粒重。

(庚) 分金術 Methods of parting

金鑛中恒含銀質少許，又紅鉛亦有含銀者，故所得金珠，必須試含銀與否，如含有銀，須分出之。平均用者，約有二法：

(一) 將試驗所得之金珠秤之，加純銀重珠為之二倍半，再加半格蘭姆純鉛，熔燒於小骨灰盃內。

所得之珠，以斧錘爲片形，用分金硝酸化於瓷鍋內，加熱至二十分鐘之久，然後將已化之銀質洗因乾之，以暗紅火烘之，所得純金秤之。

(二) 珠寶錘爲片後，亦可放於試筒內，加入分金硝酸，用玻盆半滿以沸水，將試筒置入其中，硝酸受熱，銀質即化。約二十分鐘之久，然後將液傾出洗之，所剩之質爲金，移於瓷鍋，乾後燒之，至五分鐘取出，冷後秤之。分金硝酸，平常用者分二種：一爲一分硝酸摻二分水；一爲一分硝酸摻一分水。

(辛) 複雜金鑛之試驗 *Methods of assaying complex goldores*

金鑛有與硫化銻同產者，有爲碲化質者。如係與銻硫鑛同產，須加硝質使之養化。法將礦質加硝，燒於坩鍋之內，熔燒後傾出冷之，研爲粉形，然後照鹼性渣鑛試之。若係碲化金礦，其試法與此大不相同；熔燒養化之法，切不宜用。其煉渣中應多含紅鉛，若現有硫酸化鋇或磷酸化鈣等質。鈣卵石多至五格蘭姆亦可用之，俾成流動之煉渣，惟此質切勿輕用。

此類鑛質之試驗，恒用坩鍋一法，熔燒 *Roasting* 完燒 *Delegration* 及煨燒 *Boorification* 之法，亦有時用於特別之質。

(一) 注意之要點：

(一) 如礦質合金約在五英兩左右，鉛錠之重，以三十格蘭姆爲最佳。若合金少於此數，其煉渣即無

須提煉。

(二) 熔煉時應留意者：(一) 鑛質紅鉛及木炭是否摻勻？(二) 在坩鍋內是否裝置緊實？(三) 爐內熱度初時不宜太高。

(三) 骨灰盃熔燒熱度不宜太高，以防銀質損失。

(四) 分金之際，銀質之重，宜多於金質三倍。用二種硝酸：一為一比二，一為一比一，各需時二十分鐘。

(二) 各種金鑛之試驗：

(子) 鹼性渣金鑛 Basic gold ore

鑛質形色

鑛質標本，為已碾就之紅棕色細粉，含鐵極多，成分為鐵二養三。

輔助物之配置：

鑛質 Ore 一試金噸

紅鉛 Red lead 三〇格蘭姆

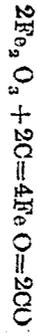
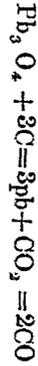
木炭 Charcoal 二・五格蘭姆

硼砂 Borax 二〇格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate 三〇格蘭姆

鐵片 Hoop iron 一塊

原因——木炭為強收養劑，每一格蘭姆木炭，能使一八格蘭姆紅鉛變為鉛質。此鑛既含鐵二養三，必須多加木炭，使變為鐵養，方能與酸性質變成煉渣。其化式如下：



又礪砂之所以多加者，因其能與金類之養化物如鐵銅等配為礪酸化物也。

試驗結果

試驗	鉛錠重	球	重	金	重	銀	重	每噸合金數	每噸含銀數
一	二六·一	〇·〇〇六四	〇·〇〇五九	〇·〇〇五	五英兩一八辨重	〇·〇〇五	五英兩一八辨重	一	一辨重
二	二五·九	〇·〇〇六五	〇·〇〇五九	〇·〇〇〇六	五英兩一八辨重	〇·〇〇〇六	五英兩一八辨重	一	二辨重
三	二七·五	〇·〇〇六七〇	〇·〇〇六一〇	〇·〇〇〇六	六英兩二辨重	〇·〇〇〇六	六英兩二辨重	一	二辨重
四	二八·〇	〇·〇〇六八五	〇·〇〇六一五	〇·〇〇〇七	六英兩三辨重	〇·〇〇〇七	六英兩三辨重	一	三辨重

故鑛質平均合金每噸為六英兩，一辨重；含銀每噸為一二辨重。

鐵鑛學大意

(丑) 硫碲化金鑛質 Sulphur telluride ore

鑛質形色

鑛質標本爲已碾就之灰白色輕細粉，或含少許鐵質。

輔助物之配置：

鑛質 Ore 一試金噸

紅鉛 Red lead 五〇格蘭姆

硼砂 Borax 二五格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate 二五格蘭姆

火硝 Nitre 一〇格蘭姆

鐵片 Hoop iron 一塊

原因——碲在鑛內，用燻燒法固可去淨；惟其揮發之時，恒帶金質，故僅加火硝以養化之，免金之損失也。或多用紅鉛八〇至一〇〇格蘭姆養化亦可。

試驗結果：

試驗	鉛錠重	球	重金	重銀	重	每噸含金量	每噸含銀量
----	-----	---	----	----	---	-------	-------

一	四一·〇〇〇〇〇一七〇〇〇〇〇〇二二〇〇〇〇〇〇五	一英兩四辨重一〇辨重
二	四二·〇〇〇〇一七〇〇〇〇〇〇二二〇〇〇〇〇〇五	全
三	三九·五〇〇〇二〇〇〇〇〇〇〇一四〇〇〇〇〇〇六	一英兩八·五辨重 二辨重
四	三九·七〇〇〇二〇〇〇〇〇〇〇一四五〇〇〇〇〇〇六	全

此鑛質合金每噸可定為一英兩八·五辨重；含銀每噸為一二辨重。

(黃) 含錳金鑛 Manganese gold ore

鑛質形色

鑛質標本為已碾就之深棕色粉，現有錳養二微粒。

輔助物之配置：

鑛質 Ore

一試金噸

紅鉛 Red lead

五〇格蘭姆

硼砂 Borax

三五格蘭姆

木炭 Charcoal

三·五格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate

四〇格蘭姆

第二編 試金法

七五

驗鑛學大意

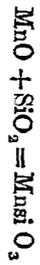
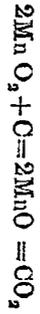
砂養二 Sand

一〇 格蘭姆

鐵片 Hoop iron

一塊

原因——鑛渣中之鉛，須變為錳養後，方能與砂養二配為煉渣之砂酸化錳，故需木炭較多，餘與鹼性補助物同，其化式如下：



試驗結果

試驗	鉛錠重	球	重	金	重	銀	重	每噸金重	每噸銀重
一	四〇・〇	〇・〇	〇・〇	一〇〇	〇・〇	〇・〇	二〇	一八辨重	四辨重
二	四・五	〇・〇	〇・〇	一〇	〇・〇	〇・〇	一九	一七・八辨重	三・八辨重

此鑛合金每噸可定為一八辨重；含銀每噸為四辨重。

(卯) 含錫金鑛 Stanniferous gold ore

鑛質形色

鑛質標本為已碾就之淡棕色粉，夾有白色極輕之渣。

輔助物之配置

鑛質 Ore 一試金噸

紅鉛 Red Lead 五〇至五五格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate 四〇至四五格蘭姆

硼沙 Borax 二〇格蘭姆

木炭 Charcoal 一・五格蘭姆

鐵片 Hoop iron 一塊

砂養二 Sand 五格蘭姆 (坩鍋底用)

原因——此鑛亦可用煨燒皿法，以十五格蘭姆碳酸鈉及苛性鈉化去其錫。試驗中多用碳酸鈉與紅鉛，亦係此故。碳酸鈉與錫配為鈉二錫養三。

試驗結果

試驗	鉛錠重	球	重	金	重	銀	重	每噸合金量	每噸含銀量
一	四一・〇	〇・〇〇七八	〇・〇〇一九	〇・〇〇一九	〇・〇〇五九	〇・〇〇六一		一英兩一八辨重	六英兩
二	四〇・〇	〇・〇〇八〇	〇・〇〇一九	〇・〇〇一九	〇・〇〇六一				

三	四一・〇	〇・〇〇八〇	〇・〇〇二〇	〇・〇〇六〇	二英兩二辨	六英兩
四	四一・〇	〇・〇〇八一	〇・〇〇二一	〇・〇〇六〇	重	

此鑛質合金每噸可定爲二英兩，二辨重；含銀每噸爲六英兩。

(辰) 硫化鉛金鑛 Galena gold ore

鑛質形色

鑛質標本爲已礮就之灰黑色粉，有金類光澤。

輔助物之配置 Charge ..

鑛質 Ore 一試金噸

碳酸鈉 Sodium carbonate 四〇格蘭姆

硼砂 Borax 一〇格蘭姆

亞勾粉 Argol 二格蘭姆

原因——鑛質既爲鉛硫，則所含之鉛，當然足成鉛錠，故紅鉛即不必用。亞勾粉收養作用，在低溫度時較佳，故用以代木炭。

試驗結果

驗鑛學大意

原因——此與鹼性輔助物相同，惟所用之碳酸鈉較多（多加十五至二十格蘭姆，）使與鋅相配為
 錳化鈉 Sodium zincate 以成煉渣。

試驗結果

試驗	鉛錠重	球	重	金	重	銀	重	每噸含金量 辨重	每噸含銀量
一	三九	〇・〇〇七四	〇・〇〇二五	〇・〇〇四九	〇・〇〇五〇	二英兩一二 辨重	五英兩		
二	三八	〇・〇〇七一	〇・〇〇二一	〇・〇〇五〇					

此鑛質含金每噸可定為二英兩，一二辨重；含銀為五英兩。

(午)含銅金鑛 Cupiferous gold ore

鑛質形色

標本為已碾就之黃棕色粉，夾有硫化銅細粒。

輔助物之配置 Charge ..

鑛質 Ore 一試金噸

紅鉛 Red lead 五〇至六〇格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate 二〇格蘭姆

硼砂 Borax

三五格蘭姆

火硝 Nitre

二五格蘭姆

鐵片 Hoop iron

一塊

原因——若鑛質所含銅質少於百分之二，則用上列之輔助物以乾法煉之，極為相宜；惟須多加紅鉛及硼砂，并一五至二〇格蘭姆砂養二以配養化銅鐵使成煉渣。試驗時，須防硫化銅鐵 Cu_2S 之結成，因此質恒帶貴重金類，使金銀損失於其中也。

試驗結果

試驗	鉛錠重	球	重	金	重	銀	重	每噸含金量	每噸含銀量
一	三七·〇	〇·〇〇二五	〇·〇〇一五	〇·〇〇一五	〇·〇〇一〇	〇·〇〇一〇	〇·〇〇一〇	一英兩一〇辨重	一英兩一辨重
二	三六·五	〇·〇〇二六	〇·〇〇一五	〇·〇〇一五	〇·〇〇一一	〇·〇〇一一	〇·〇〇一一		

(未)含銻金鑛 Antimonial gold ore

鑛質形色

標本為已碾就之灰色粉，雜有鉛灰色發光之銻粒。

輔助物之配置：

第二編 試金法

驗鑛學大意

鑛質 Ore

一試金噸

紅鉛 Red Lead

五〇格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate

二五至三〇格蘭姆

硼砂 Borax

三〇至三五格蘭姆

火硝 Nitre

一五格蘭姆

砂養二 Sand

五格蘭姆

鐵片 Hoop iron

一塊

原因——烘燒 Roasting 之法，最易去錫，但金亦不免因之喪失，故輔助物中多用紅鉛及火硝二質以代之。且熱度不使升高，所得之鉛錠尚屬柔軟；如鉛錠脆硬，骨灰盆法，即不相宜，須用煨燒皿法燒之。

試驗結果

試驗	鉛錠重	球	重	金	重	銀	重	每噸金重	每噸銀重
一	三四・〇	〇・〇〇三六〇	〇・〇〇二〇〇	〇・〇〇一六〇	〇・〇〇一六〇	〇・〇〇一六〇	〇・〇〇一六〇	平均二英兩 二辨重	平均一英兩 一五辨重
二	三五・〇	〇・〇〇三七五	〇・〇〇二二〇	〇・〇〇一六五	〇・〇〇一六五	〇・〇〇一六五	〇・〇〇一六五		

三	三三・〇〇・〇〇三七〇〇・〇〇二〇〇・〇〇一七〇		
四	三五・〇〇・〇〇三八〇〇・〇〇二〇〇・〇〇一八		

(甲) 含銀金礦 Arsenical gold ore

鑛質形色

標本爲已碾就之黑灰色粉，除鑛以外，并略含有棕色質之銅及光亮之銻。

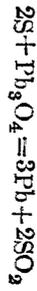
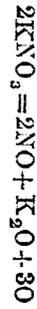
輔助物之配置：

- 鑛質 Ore 一試金顆
- 紅鉛 Red lead 五〇格蘭姆
- 碳酸鈉 Sodium carbonate 四〇格蘭姆
- 硼砂 Borax 三五格蘭姆
- 火硝 Nitro 二五格蘭姆
- 鐵片 Hoop iron 一塊
- 砂養 Sand 五格蘭姆

原因——配置之法，與試含銻金鑛相同；惟因養化物含有硫質，故加硝較多。所餘之硫，僅足收

驗鑛學大意

紅鉛之養。其式如下：



爐中熱度愈低愈佳，烟烘 Tailings 時間，以四十分鐘為宜。

試驗結果

試驗	鉛錠重	球重	金重	銀重	每噸合金量	每噸含銀量
一	三九〇〇	〇〇〇四	一〇〇〇七五	〇〇〇三三五	一六辨重	三英兩六辨重
二	四〇〇五	〇〇〇四	〇〇〇八〇〇	〇〇〇三二〇		

(西)金鑛餘剩質 Tailings

此質為選鑛時所剩之細渣，含砂養二甚多，乾後係黃土色粉，含有金銀，故須試之。

輔助物之配置：

試質 Tailings

二試金噸

紅鉛 Red lead

五〇格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate 七〇格蘭姆

硼砂 Borax 二〇格蘭姆

木炭 Charcoal 一至一・五格蘭姆

鐵片 Hoop iron 一塊

原因——此質甚不純潔，故加硼砂，餘與酸性鑛質同。又多用碳酸鈉，使得流動之煉渣。

試驗結果

試驗	鉛錠重	球	重	金	重	銀	重	每噸含金量	每噸含銀量
一	四〇・〇	〇・〇	〇〇九五	〇・〇	〇一四	〇・〇	〇八一	一四・五	辨重四英兩二辨重
二	三八・五	〇・〇	〇〇九九	〇・〇	〇一五	〇・〇	〇八四		

(戊) 合金銀之黃銅 Brass contains gold and silver

寡。

此質含銅甚多，乾法不能除去，故試驗時宜先用濕法將銅分出，然後再用乾法以求所合金銀之多寡。
濕乾試法——將十格蘭姆銅質秤出，以硝酸化之，加入二十格蘭姆醋酸鉛，再加少許鹽酸，使所含之鉛結為鉛綠二沉澱，所含之銀同時亦結為銀綠。過濾後洗之，乾之，再摻下列之輔助物，放入坩

第二編 試金法

驗鍊學大意

鍋煉之。

紅鉛 Red Lead

二五格蘭姆

木炭 Charcoal

一格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate

二〇格蘭姆

試驗結果

試驗	球重 以十格 蘭姆計	球重 以一試 金噸計	金	重	銀	重	每噸含金量	每噸含銀量
一	〇〇〇一三九〇	〇四五四〇	〇〇〇七八〇	〇四四六二	重	一五・六辨	四四英兩六	〇二辨重
二	〇〇〇一三六〇	〇四四四〇	〇〇〇七五〇	〇四三六五	重	一五辨重	四三英兩六	〇五辨重

此質平均每噸含金爲一五・三辨重；含銀爲四四英兩，二・六辨重。

(亥) 合金銀之銅鐵硫煉質 Matte contains gold and silver

標本爲已碾就之灰黑色細粉，秤出四分之一試金噸，用濕乾法試之。其手續及輔助物之配置，均與上節相同。

試驗結果

試驗	球重 四分之一 試金噸	球重 一試金噸	金	重	銀	重	每噸含金量	每噸含銀量
試驗	球重四分之一試金噸	球重一試金噸	金	重	銀	重	每噸含金量	每噸含銀量

一	〇・〇二〇五	〇・〇四二〇	〇・〇一八〇〇	〇・〇二四〇	一八英兩	二四英兩
二	〇・〇二〇一	〇・〇四〇四	〇・〇一六五〇	〇・〇二三九	一六英兩五	二三英兩一
					辨重	八辨重

此質平均每噸合金爲一七英兩，五辨重；含銀爲二三英兩，一九辨重。

(壬) 結論

中國金礦，以黑龍江省砂金產額爲最多，吉林奉天山東熱河湖南等省亦有產者，加以外蒙所產，每年採金約共十八萬兩，亦誠中國重要礦產之一。然所採之金，既大抵出自砂礦，而砂礦之量，究屬易竭，故內地金礦，昔之稱盛一時者，今已採盡。滿蒙各地發見較後，乃爲大宗金產所自出；而其間開採較久者，亦已溝老砂殘，非隨時進關新溝不爲功。況土法淘洗，遺棄甚多，而未探部份，又往往爲其所躡躡；以一時計，固省經費，但爲全部與久遠計，則實不經濟（此爲土法採礦之通病不僅金礦亦不僅中國然也。）故現所盛採之地，恐百餘年後，亦必垂竭。世界重要金礦之產地，大抵以採砂金始，而今則移採山金，皆足爲其證明。中國原生金礦，雖所在多有，而儲量豐富者，迄今尙不多觀。雖新疆各地，發見希望尙多，然即今所知，在中國礦產中，固非甚貧，究不足稱爲第一等特富之礦也。

第三節 貴金質 Bullion

第二編 試金法

貴金屬之乾法考驗 Dry assay of Bullion

此法之用，以金銀為主體，銅及其他金屬之合於金銀中者，亦一併考驗之。

若合金中不含有鉑金類之原質，則金銀與銅最易分析，故斯二者名曰分析金 Parting metal。但此分析金於分析之時，銀或銅無論何質，至少須為金質重之二倍半方可；故凡貴重金屬能與金銀二質合鑄者，則名曰貴重鑄金 Bullion。

(甲) 取標本法 Sampling

於每錠合金之中，削去約重三格蘭姆一塊試之。若含有鎳銻鉛及多量之銅時，應加少許木炭，用極低熱度在筆鉛鍋中溶化之。俟熔質攪勻，用坩匙取出若干，倒入模內，使之速冷。

當用坩匙將熔質取出時，恒傾入水中冷之，此名碎金法 Granulation，因能使熔金成爲碎小之塊也。惟因易養化之金屬如銅，遇水即略變其成分，故此法如能免去，即可不用。若合金中僅含金銀與銀等質，不易受養化作用，成分變更甚微，此法即甚相宜。法將合金加少許木炭，以低熱度溶化之，攪勻後傾於流動之冷水槽中冷之，收積之，置於熱鐵盤上乾之。

(乙) 純金之預備 Preparation of pure gold

取不純或碎金一份（所含純金至少應有三格蘭姆）。碾爲薄片，放於玻皿中，加以王酸，然後置入熱水槽中化之，再加少許鹽酸，使王酸中之硝酸焙盡去，金質盡變爲高綠化金。若知溶液中含有鉑

類原質，應加少許銻綠液及多量酒精以結之，用石棉紙濾去沉澱。又此溶液中不免存有綠化銀，多加以水，即變沉澱。若取極純之金，應加多量水，使溶液內含金少於十萬分之一，經月無動，使其中銀綠沉澱完全沉結。但普通取純金時，使溶液含金濃度為千分之五，銀綠沉結二日即足矣。澄清之金綠三液，由玻璃管吸出，熱之，加草酸 Oxalic acid 或弱硫酸，使金結為沉澱。草酸結金甚佳，但不如弱硫酸之便於用耳。硫酸化鐵亦為結金最佳之品，惟恒使沉澱不潔。結出沉澱，用蒸溜水洗去其酸，再用淡養輕銻水洗之，復用水洗去養輕銻，然後乾之。嘗用養輕銻水時，須特別注意，萬勿使能溶之金鹽存在。所得純金或為碎粒，藏於有蓋瓶中，以便應用。但平常恒熔於淨坩鍋中，鑄為錠形，碾為厚百分之二寸之薄片。坩鍋熔金之先，宜置玻狀硼砂一塊，在風爐中化之，化後取出，搖動之，使坩鍋內面全結以硼砂。俟凝結時，將沉澱完全放入，再加玻狀硼砂一塊，熔於風爐中。約十五分鐘之久，取出傾入模中，冷之，碾成薄片。其化式如下：

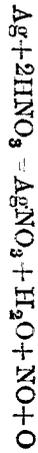


(E) 純銀之預備 Preparation of pure silver

第二編 試金法

取碎銀或舊銀約重二英兩，以硝酸化之。若含有金，則變為黑色粉末。過濾後，將液中之酸蒸發去淨，濾紙上渣金質燒之，加少許純鉛，熔於骨灰盃中，即成金球。

濾下之液，蒸去酸後，即為硝酸銀。加熱水，再加少許鹽酸，以玻璃攪之，使銀線之結，愈勻愈佳。俟沉澱沉結後，將液吸出，用熱蒸溜水洗去其酸，乾之，加其重二倍之碳酸鈉，熔於坩鍋中；溶化後，傾入模中，將煉之擊去。所得銀錠，以熱水洗畢，碾為厚百分之二之銀片，以便應用。其化式如下：



(F)合金之預試 Trial set of alloys

用粗式天秤，將下列各質及其量分別稱出：

- 一、銀〇・五格蘭姆；
- 二、銅〇・五格蘭姆；
- 三、鉛〇・五格蘭姆；
- 四、銻〇・五格蘭姆；

五、銀○·五格蘭姆，以鉛二·五格蘭姆裹之；
 六、銅○·五格蘭姆，以鉛四格蘭姆裹之；
 七、銅○·五格蘭姆，以鉛八格蘭姆裹之；
 八、銀○·二五格蘭姆銅○·二五格蘭姆，以鉛四格蘭姆裹之；
 九、銀○·二五格蘭姆銅○·二五格蘭姆，以鉛八格蘭姆裹之；
 十、錫○·五格蘭姆，以鉛四格蘭姆裹之；
 十一、銻○·五格蘭姆，以鉛四格蘭姆裹之；
 十二、銀○·二五格蘭姆錫○·二五格蘭姆，以鉛八格蘭姆裹之；
 十三、銀○·二五格蘭姆銻○·二五格蘭姆，以鉛八格蘭姆裹之。

將上列稱後之物，置於馬福爐內已經燒熱之骨灰盆中熔燒之。試驗之後，記其結果。若輔助物中含有銻質，須再煨燒之，或選用大熱度燒之，若含有錫，試法與銻相同；惟須加少許苛性蘇打於熔壺中。

試驗之結果 Results of experiment

試驗	金質	結果
一	銀	無變化

二	銅	養化為黑色之銅養未熔
三	鉛	完全燒盡
四	鈹	完全燒盡骨灰盃上留黃色迹
五	銀鉛	銀成爲珠鉛質燒盡
六	銅鉛	鉛質燒盡銅留少許變爲黑色之銅養
七	銅鉛	銅鉛均燒去骨灰盃上現黑色迹
八	銀銅鉛	銀成爲球形骨灰盃上現黑紅色圈
九	銀銅鉛	銀成爲球較前略圓骨灰盃上現黑棕色
十	錫鉛	現黃白色之煉渣
十一	錫鉛	現棕色之煉渣
十二	銀錫鉛	成極佳銀球圍以黃色之煉渣錫質燒去
十三	銀錫鉛	成極佳銀球圍以棕色煉渣錫質燒去

(戊) 銀銅合金之試驗 Assay of silver-copper alloys

銀幣恒攪有銅，故爲銀銅合金。取二角洋元一個，以胰及細砂淨之，碾爲薄片，秤出〇・五格蘭

姆，以八格蘭姆鉛裹之，置入骨盃燒於馬福爐內，燒後秤所得之球，由已知之成分，推出燒時之損失。然後秤出新合金四份或六份，每份爲〇・五格蘭姆，各以八格蘭姆鉛裹之；再將純銅及純銀，各秤出二份或三份，其重量各與已試合金所含之數相同，各以八格蘭姆鉛裹之。將此六份各置骨盃中，同時放入馬福爐內燒之，擦淨其球，稱之，由核對所損失之數，推出其應損失之數；再將此數加於試驗之四份銀球，並推出每百份含銀之成分。各試驗之不同數，不應多於二千份之一，以少爲佳。燒時之損失，至少應在千分之七以上，但不可超過千分之十四。所得之球，如不完備，應再試一次。其練習之試驗如下：

(甲) 英國銀幣 銀〇・九二五銅〇・〇七五

(乙) 中國銀幣 銀〇・八二〇銅〇・一八〇

(丙) 銀銅攪金 銀〇・二〇銅〇・八〇

以上合金含銅甚多，若含銅之數過百分之九十時，濕法試驗較便。法以硝酸化之，用鹽酸將銀結爲銀綠沉澱，加鉛於骨灰盃內燒之，卽還原爲純銀。

試驗之結果：

(甲) 英國銀幣。

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)
(7)	(8)	(9)

爐內安置法：二七五爲核對，餘爲試驗。

試驗	銀幣重	銀球重	應加之損失	銀球應重	銀之千分率
一	〇・五〇〇〇	〇・四五五〇	〇・〇〇四三	〇・四五九三	九一八・六
二	〇・五〇〇〇	〇・四五六〇	〇・〇〇四三	〇・四六〇三	九二〇・六
四	〇・五〇〇〇	〇・四五四二	〇・〇〇六六	〇・四六〇八	九二一・六
六	〇・五〇〇〇	〇・四五四二	〇・〇〇六六	〇・四六〇八	九二一・六
八	〇・五〇〇〇	〇・四五五九	〇・〇〇五四	〇・四六一三	九二二・六
九	〇・五〇〇〇	〇・四五五九	〇・〇〇五四	〇・四六一三	九二二・六

核對	銅重	銀重	銀球重	燒時之損失
三	〇・〇三七五	〇・四六二五	〇・四五八二	〇・〇〇四三
五	〇・〇三七五	〇・四六二五	〇・四五五九	〇・〇〇六六
七	〇・〇三七五	〇・四六二五	〇・四五七一	〇・〇〇五四

按後四次試驗，銀幣內銀之成分，平均為千分之九二二・一。

(乙)中國銀幣。

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)

爐內安置法：二四為核對，餘為試驗。

試驗	銀幣重	銀球重	應加之損失	銀球應重	銀之千分率
一	○·五〇〇〇	○·四〇四九	○·〇〇三二	○·四〇八一	八一六·二
三	○·五〇〇〇	○·四〇五四	○·〇〇三二	○·四〇八八	八一七·六
五	○·五〇〇〇	○·四〇六二	○·〇〇一八	○·四〇八〇	八一六·〇
六	○·五〇〇〇	○·四〇五五	○·〇〇一八	○·四〇七三	八一四·六

核對	合金重	銀重	重銀球重	燒時之損失
二	○·五〇〇〇	○·四〇〇〇	○·三九六八	○·〇〇三二
四	○·五〇〇〇	○·四〇〇〇	○·三九八二	○·〇〇一八

按試驗所得，銀幣內銀之成分，平均為千分之八一六·一。

(丙) 銀銅合金。

第二編 試金法

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)

爐內安置法：二四為核對，餘為試驗。

試驗	合金重	銀球重	應加之損失	銀球應重	銀之千分率
一	○·五〇〇〇	○·〇九九五	○·〇〇〇六	○·一〇〇一	二〇〇·二
三	○·五〇〇〇	○·〇九六六	○·〇〇〇六	○·〇九七二	一九四·四
五	○·五〇〇〇	○·〇九六六	○·〇〇二九	○·〇九九五	一九九·〇
六	○·五〇〇〇	○·〇九九六	○·〇〇二九	○·〇九七五	一九五·〇
核對	合金重	銀重	銀球重	燒時之損失	
二	○·五〇〇〇	○·一〇〇〇	○·〇九九四	○·〇〇〇六	
四	○·五〇〇〇	○·一〇〇〇	○·〇九七一	○·〇〇二九	

按試驗所待，合金內銀之成分，平均為千分之一九七·二。

(巳) 金銅合金之試驗 Assay of Gold-copper alloys

先作一預試，將合金之大致成分求出；然後秤合金二份，每份重為○·五格蘭姆，同時再秤出一

份，作為核對。其金銅之多寡，按合金之成分定之。每份加以一·二五格蘭姆銀，包以九格蘭姆鉛。用骨灰盃放入馬福爐內燒之。爐內熱度，不妨較試銀時略大。現銀球時，取出冷之，刷淨，碾為片，至約一寸半至二寸為止。捲之，移於分金盃中，加重率一·二之硝酸，熱至攝氏表九十度約二十五分鐘之久，將酸傾出。此時之銀，已多為所消化，將重率一·三較強之新硝酸加入，漸沸至二十五分鐘，吸出其液，洗之，吸去其水。再用水移入盜盃，乾後燒之至暗紅熱，冷後稱之。如用鉛盃時，各試驗應分貯一盃，而酸應用公共所貯者。更換酸時及洗燒等，須各依號次，不可混亂。所得結果，可由核對更正之，如將燒時之損失，及不完全之分金，分別增減是也。增減之數，平常恒相似。核對以後之錯誤，不應過萬分之二，此之謂過積 *overcharge*。按恒理推測，分金以後，金內不免存銀；惟普通多為損失，此由於硝酸之化力及含有不潔之質故也。

英國金幣合金之規定數，為千分之九一六·六，試驗用之，極為相宜。

試驗之結果：

(甲)英國金幣。

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)

爐內安置法：二六為核對，餘為試驗。

試驗	金幣重	金重	秤	誤	過	積	金之實重	金之千分率
一	○·五〇〇六	○·四六〇〇	○·〇〇〇六	○·〇〇〇二	○·〇〇〇二	○·四五九二	九一八·四	
三	○·五〇一〇	○·四九二〇	○·〇〇一〇	○·〇〇〇二	○·〇〇〇二	○·四五八〇	九一六·〇	
四	○·五〇〇〇	○·四五八四	○·〇〇〇八	○·〇〇〇二	○·〇〇〇二	○·四五七四	九一四·八	
五	○·五〇〇四	○·四五九〇	○·〇〇〇七	○·〇〇〇二	○·〇〇〇二	○·四五八一	九一六·二	
核對	合金重	原來之金重	燒後之金重	過	積			
二	○·五〇〇〇	○·四五八〇	○·四五八二	○·〇〇〇二				
六	○·五〇〇〇	○·四五八三	○·四五八五	○·〇〇〇二				

按試驗，金幣內金之成分，平均為千分之九一七·二。

(庚)金銀銅三合金之試驗 To determine the gold and silver in a triple alloy with copper

秤○·五格蘭姆合金，裹以九格蘭姆鉛，置骨灰盃中燒之；秤所得之金球，即知金銀之共重。再加銀約為金球重之二倍半，包以三格蘭姆鉛燒之；所得之球，淨後錘平，用硝酸分之如上法。俟銀化後，秤其餘金，即得金重，由金銀之共重，減去金之重，又得銀重，而合金內合金銀之多寡得矣。然後照此數將淨金及銀秤出二份，加以銅，使其為○·五格蘭姆，以作核對。再將合金秤出四份，各重

○五格蘭姆，以爲試驗。六份各以九格蘭姆鉛裹之，用骨灰盃燒於馬福爐中。秤所得之各金球，若知球中之銀，少於金之二倍半時，須加銀使足此數，再各包以三格蘭姆鉛燒之。所得金球，或用玻璃，或用鉛盃，加硝酸分之如前法。由核對之數推出燒時之損失，由此將合金之確實成分，用千分率算出。

如合金內之金銀在千分之七百以下，須多用純鉛，始能將驗金質去盡；如在千分之五百以下，所用之鉛，應爲十六格蘭姆；如含銀過多，分出之金，卽爲粉狀，不易收積，宜以漏紙濾之。

合金之預備，係配二十分金三十分銀五十分銅共重五格蘭姆，熔於坩鍋之內。當鍋未入爐時，宜置入木炭一小塊，蓋嚴，以泥封之。熔後取出，使之速冷，期免金塊分裂，錘爲片形，以作試驗之用。

燒金時所裹之鉛及分金時所加之銀，皆不用準恰之數，故以粗秤秤之即可。
試驗之結果：

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)

爐內之安置法；一三五六爲試驗，二四爲核對。

名稱	重量	核對	試驗			
			一	三	五	六
合 金	重	○・五〇〇〇	○・五〇〇〇	○・五〇〇〇	○・五〇〇〇	○・五〇〇〇
金 重		○・五〇〇〇	○・〇九五四	○・〇九五五	○・〇九四六	○・〇九四七
過 積		○・〇〇〇三	○・〇〇〇三	○・〇〇〇四	○・〇〇〇四	○・〇〇〇四
金 之 應 重		○・〇九五七	○・〇九五八	○・〇九五〇	○・〇九五〇	○・〇九五〇
金 之 成 分		○・一九一四	○・一九一六	○・一九〇〇	○・一九〇〇	○・一九〇二
金 銀 共 重		○・二四五三	○・二四五六	○・二四一二	○・二四二八	○・二四二八
銀 重		○・一四九五	○・一五〇一	○・一四六二	○・一四七七	○・一四七七
燒 時 之 損 失		○・〇〇三二	○・〇〇三二	○・〇〇二六	○・〇〇二六	○・〇〇二六
銀 之 應 重		○・一五二七	○・一五三三	○・一四八八	○・一五〇三	○・一五〇三
銀 之 成 分		○・三〇五四	○・三〇六六	○・二九七六	○・三〇〇六	○・三〇〇六
名 稱	重 量	核 對				
二						
四						

所加銀重	○・一五〇八	○・一四九二
金銀共重	○・二五〇四	○・二四九二
金銀球重	○・二四七二	○・二四六六
燒時之損失	○・〇〇三二	○・〇〇二六
所加金重	○・〇九九六	○・一〇〇〇
所得金重	○・〇九九三	○・〇九六六
過積	○・〇〇〇三	○・〇〇〇四

按試驗，合金內金之成分，平均為千分之一九〇・八；銀之成分，平均為千分之三〇二・五。

第四節 鉑 Platinum

(甲)鉑礦 Ores of platinum

鉑係自然產金，恒與 Iridium Osmium Rhodium Ruthenium and Palladium 等金屬同產，在沖積層內者為顆粒形，亦有產於鍊鉛銀金等礦中者。

自然鉑為平圓粒形，光澤如銀，結晶有時成正方形，並有圓形者，惟不多見耳。Osmium 為罕見金屬，恒與鉑成合金，為六邊形或片形結晶，性質極硬。Iridium 與鉑之合金為粒形，亦恆見之。他

種金屬如金銅鐵等，亦每含有鉑金。

(2) 鉑鑛之濕法考驗 Wet assay of platinum ores

鉑在中立性液中，遇綠化銻，能結為綠化銻鉑沉澱。此沉澱當炙燒時即分解，銻綠化氣而去，所餘者為鉑，其法如左：

將鉑鑛研為細粉，秤出五至十格蘭姆，用鹽酸煮後洗之。再加王酸，緩熱至十二點鐘之久，濾去餘質，洗之。濾下之液，其中含鉑與金。蒸發至近乾，加濃綠化銻液，復加酒精，其容量為原液之二倍。沉淀至數點鐘，過濾，濾得沉澱，為綠化銻鉑 $(\text{NH}_4\text{Cl})_2\text{PtCl}_4$ 。用綠化銻洗之，乾之，連濾紙置入瓷鍋，用強熱炙燒後，秤之。所得之重，除紙灰外，即為鉑。

由綠化銻鉑沉澱下之液，如含有金，可加硫酸二胥鐵或草酸液，沉結後試之。

第五節 汞 Mercury

普通考驗之含汞質，約分二種：(1) 鑛質 Ores, (2) 合金 Amalgam.

(甲) 汞鑛 Ores of mercury

含汞之鑛，為試金家所注意者，僅有數種：

- (1) 自然汞鑛 Native mercury——此為碎細珠粒，散佈於石中，並恆與紅汞鑛同產。
- (2) 紅汞鑛 Cinnabar——為紅色汞鑛，亦有深紅色者。其結晶為斜方體，普通多為土色塊形。硬度

二至二·五，重率八至八·二，結晶半透明，光澤油滑，條痕紅黃色。燒於試筒，則發硫養二氣，有如鏡狀之汞，結於筒之上端。若用窄試筒燒之，僅現局部之昇華。

(II) 綠化汞鑛 Calomel —— 碘化汞鑛 Iodine of mercury 及硫化汞銻銻等鑛，皆為罕見之質，產額亦微。

(2) 汞鑛試金術 Assay of ores of mercury

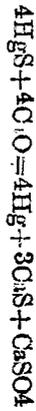
汞鑛之試驗，經余所恆用者，僅有二法如左：

(1) 石灰蒸溜法 Distillation with lime

此法極宜於含汞成分較大之鑛，如辰砂鑛等法，即將二格蘭姆鑛砂，與十格蘭姆石灰參合，置於玻璃管中間，旁繞以塊形石灰，兩端再置石棉(圖五)，用燃燒爐燒之，約經一點鐘之久。燒時須由一端將煤氣送入，則汞質即化氣分出，凝結水中，洗去其水，乾之秤之，即得汞之成分。

(附記) 洗汞之水，加少許硝酸，所得效果尤佳。

試驗化式



試驗結果重量以格蘭姆 Gramme 為單位，成分以百分之一為單位。

試	驗	所	用	鑛	重	所	得	汞	重	汞	之	成	分
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

一	二〇〇〇	一・一九二一	五九・六〇〇
二	二〇〇〇	一・一八五二	五九・〇一六

附計算法

設所用汞鑪重為二格蘭姆，所得汞重為X格蘭姆，則用下式可以計算汞之成分W。

$$\frac{X}{2} + 100 = W$$

(一) 鐵粉蒸溜法 Distillation with iron filings

此法為英人埃司克 (Fosha) 所創，宜於試驗含汞不甚豐富之鑛。分出之汞，凝結於已知重量之銀片（金片更佳），此銀片即蒸鍋之蓋。所用之器（圖六）為一瓷鍋，懸於石棉圈內，上覆以已知重量之銀片，使之嚴密。銀片上再放一小貯水壺。內貯冷水，以冷此銀片。瓷鍋之內，先置鐵粉，厚約四分許，然後再置一格蘭姆汞鑛與五格蘭姆鐵粉相和之質，上再覆鐵粉，及少許石棉。鐵粉用時，須先在爐內用暗紅熱烘數分鐘之久，以去盡其所帶之汗油。裝置妥後，由瓷鍋之下端加暗紅熱，使經三十分鐘之久，然後停止，提去水壺，取下銀片。冷後秤之，銀片所增之重，即為汞。試第二次時，將銀片燒至紅熱，汞即化氣而去，銀片秤後，重量與前無異，可仍用之。

試驗化式



試驗結果（重量以格蘭姆 Gramme 為單位，成分以百分之一為單位。）

試 驗	試驗前銀片之重	試驗後銀片之重	凝 結 汞 重	汞 之 成 分
一	六·三七二四	六·三七六七	〇·〇〇四三	〇·四三
二	六·三七二四	六·三七六五	〇·〇〇四一	〇·四一

附計算法

設試驗前銀片之重為 X，試驗後銀片之重為 Y，凝結汞重為 Z，原用汞鑛為一格蘭姆，則計算汞之成分可用下式：

$$X - Y = Z \qquad \frac{Z}{Y} \times 100 = W$$

(丙) 結論

貴州之汞，亦世界少有之特產也。自古以來，產額極豐。迄於今日，雖新法採冶一試，即行失敗；然土法採鍊所得，亦已不少。歐戰期中出口之汞，年達二百噸之多，在太平洋沿岸諸國，未有能比美者。美國鑛業之盛，冠於全球，而汞產亦極稀少，大抵仰給於西班牙者為較多。然則中國汞鑛雖或未必甚富，然比較觀之，亦誠仍佔特優之地位。但將來之能否發展。則惟視鑛業家之計畫如何耳。

第二章 銅鉛銻錳鈹

第二編 試金法

第一節 銅 Copper

各質所含之銅，普通應考驗者，約分三類：

(一) 銅鑛及冶爐煉質：

(一) 養化鑛質 (含有純銅者在內)

(二) 硫化鑛質

(三) 硫銻及硫銻鑛質

(二) 澱銅粗銅及銅之合金

(甲) 銅鑛 Copper ores .

(子) 養化鑛質：

此類鑛質，若加熔料，用吹筒火燒於木炭上，可得銅質。燒於礪砂珠，用給養火燒之，熱時藍綠，冷則變藍；若用收養火，冷後為紅色不透明之珠。

(一) 紅銅鑛 *Chalite* (Cu_2O) —— 深紅色結晶，鑛粉紅色，亦有非結晶者。消於硝酸，在開管中熱之為黑色，因受養化變為銅養也，與紅鐵鑛紅汞鑛及紅鋅鑛大異。重率五·七至六，硬度三·五至四。

(二) 黑銅鑛 *Tenoria malacrita* (CuO) —— 為土形黑色鑛，恆與他鑛同產。消於硝酸為綠液，此與

結及錳之養化鏤不同。

(三)綠銅鏤 Malachite ($\text{Cu CO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) —— 爲鹼性碳酸化銅鏤，綠色，恆有螺紋，其色有深淺之分，綢形光澤。燒於硼砂珠，爲藍色球，與鍊鏤異。消於硝酸得綠色液，與綠鉛鏤異。多與他銅鏤同產，重率三·六至四，硬度三·五至四。

(四)藍銅鏤 Azurite chersytilite ($2\text{Cu CO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) —— 爲藍色鏤，結晶頗佳，不結晶者，爲土形質。與硼砂酸等作用，同綠銅鏤。重率三·七至三·八，硬度三·五至四。

(五)藍砂銅鏤 Chrysocolite ($\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) —— 爲含水砂酸化銅，藍色，鏤粉白色。質軟而輕，重率二至二·三，硬度二至三。

(六)綠砂銅鏤 Diophtase ($\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) —— 爲綠色絲形鏤，重率三·二七，硬度五。

(七)綠化銅鏤 Atacarnite ($\text{Cu Cl}_2 \cdot 3\text{Cu O} \cdot \text{H}_2\text{O}$) —— 爲綠色鏤，多係結晶質。以本生燈燃之，四圍變藍，其上仍爲綠色。

(丑)硫化銅鏤：

(八)黑銅鏤 Redruhtke copper glance (Cu_2S) —— 新裂紋爲鉛灰色，光澤半爲金類，旋生鏽，變爲藍黑色。性軟，能爲刀割。脆而重，重率五·五至五·八，硬度二·五至三，鏤粉爲亮灰色。

(九)閃色銅鏤 Erubescita Bornite ($3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_2$) —— 成分頗無定，性脆，色如紅銅。新裂紋面光

澤極大，旋即生銹變為藍孔雀色。重率四·九至五·一，硬度三。

(十)黃銅鑛 Copper pyrite ($\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{Fe}_2\text{S}_2$) —— 金黃色鑛，金類光澤，性脆軟，能以刀劃之。為極豐富鑛質，重率四·一至四·三，硬度三·五至四。

(寅)硫銻硫鑛及其他鑛質：

(十一)灰銅鑛 Tetrahedrite Fahs ore ($4\text{CuS}\cdot\text{Sb}_2\text{S}_3$) —— 性脆，鋼灰裂紋，金類光澤。成分無定，所含之銻，有時恆易為銻或銻，銅則易為鐵鉛銀金汞及鋅等質，普通恆含有硫化銀銻之雜質。在窄試筒內加強熱，發紅色，硫化銻昇華。此鑛含銅為百分之二十六。重率四·五至五·二，硬度三至四。

(十二)雜鉛銅鑛 Bournonite ($4\text{PbS}\cdot\text{Sb}_2\text{S}_3 + 2\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{Sb}_2\text{S}_3$) —— 為鉛灰色鑛，性軟極脆，結晶恆完備，光澤甚亮。含銅百分之十至十五。重率四·五至五·二，硬度三至四。

(十三)磷銅鑛 Libethenite 及 Phosphocalcite —— 為綠色之磷酸化銅鑛。

(十四)鑿銅鑛 Olivante 及 Uroconite 為鑿酸化銅鑛。

(N)冶爐煉質 Furnace products ..

(一)煉渣 Slag —— 淨煉渣 Clean slag，金質煉渣 Metal slag，煨煉渣 Roaster slag，提淨煉渣 Refinery slag，四種皆為銅鐵之矽酸化合物。銅之成分多寡不一，有時並含有金質銅。

(一) 硫化質 Matte 及 Reguli——爲硫化銅鐵質，又有粗金質 Coarse metal，白金質 White metal，紫金質 Purple metal，青銅 Bronze，細金質 Fine metal 等。

(丙) 金質 Metallic products **

此類分澱銅 Copper precipitate，赤利塊 Chili bar，自然銅分質，Native copper concentrate 粗銅 Blister copper，底質 Bottoms 等。

(丁) 銅鑛之乾法試驗 Dry assay of copper ores

乾法試銅，昔在英國康班鑛廠，曾經練習；雖僅能考得大概成分，然練之既熟，亦尙可得準確之結果。其手續雖較濕法爲繁，而所用時間，則較濕法爲少。又因其所得結果，能代表冶煉所得之數，故煉銅廠恆用之。其法如左：

(一) 初次之煨燒 Preliminary roasting

將硫化銅鑛，研爲碎粉，使過每方寸四十絲之篩。秤出二十五格蘭姆，(若含銅豐富，止用半數)，倒入火泥鍋內，置於馬福魯爐中，燒去多餘之硫。爐內爲暗紅熱，燒時以鐵片時時攪之。當所燒之質形同燒紅之砂時，將鍋提出；惟須注意切勿燒之過度，以妨進行。

(二) 輔助物之配置 Charge

燒後之質，與下列之質參合：

第二編 試金法

驗鑛學大意

110

石灰

110 Grams

碎玻璃

15 Grams

鈣弗石

15 Grams

礪砂

10 Grams

參勻後裝入鍋內，（礪砂半參合，半在上面，）嚴蓋鍋口，放入爐中。爐內之熱漸升至亮紅，鍋內試質亦即熔化。俟平靜時，約需時十至十五分鐘之久，將鍋提出。將其內之質傾於模內，俟冷擊去煉渣，（煉渣應似玻璃，其色為黑綠，）即得硫化銅質，其裂紋應為細粒狀。

(三) 硫化銅質之煨燒 *Roasting the regulus*

上所得之硫化銅質，槌為碎塊，置於乳鉢內，研為細粉。然後置於煨碗內，在爐之上端煨之。以鐵片攪動，免成碎塊。俟無硫養三之味時，再加少許無煙炭或木炭，多加熱力煨之，至十或十五分鐘之久，炭質悉行養化而去。

(四) 硫化銅質之熔化 *Fusing the regulus*

於上述煨後之質，再參以下各質：

碳酸鈉

110 Grams

莫酸輕鉀

110 Grams

火硝

五 Grams

硼砂

五 Grams

參勻裝於鍋內，(鍋式較前略小，)嚴蓋鍋口，須加熱力煨至溶化。俟熔液平靜時，將鍋內之質，傾於模內。俟冷擊去煉渣，此煉渣內仍含有銅，研爲細粉，加以下各質：

炭酸鈉

五 Grams

菓酸輕鉀

八 Grams

炭粉

〇・五 Grams

配妥後仍裝入鍋內，依前法煨之，傾於模內，俟冷揀出碎銅，歸入上次煨出之銅內。

(五)銅質之淨煉 Refining the copper

將煉得之銅，共裝於鍋內，又煨至溶化。俟鍋中發綠色之時，加淨料 *Refining flux* 十格蘭姆，食鹽二格蘭姆於其上。再煨至五分鐘之久，將鍋內之質，傾於模內，俟冷擊去煉渣，(此煉渣不應爲紅色，若現紅色，即是所用菓酸輕鉀過少，而火硝太多，此宜收存，以便復煉。)將所得之銅塊，秤之。

(注意) 淨料爲二份火硝，三份菓酸輕鉀，一份硼砂，一份食鹽，裝於泥鍋內，插入燒錳鐵棍，使之燃着，冷後貯於瓶內，以便應用。

又銅塊裂紋，應爲紅銅色，外面須平，中有微凹。其質性應堅而韌，若現紫色，爲煨燒過度之證；若形粗暗之色，是未提淨，宜再煉之。

(丁) 煉渣之熔化 *Fusing the slag*

末後二次所得之煉渣，須收集於乳鉢，加入一匙亞高粉 *Argol*，半匙炭酸鈉，並少許木炭粉，研碎裝入鍋中，以大熱度熔之。傾出冷後，揀出碎銅，併入所得共銅內計之。

(戊) 銅鑛之濕法試驗 *Wet assay of copper ores*

此法之創立，基於銅鹽之性情。其要者有二：一、硝酸化銅與養輕銻液相合，現寶藍色；二、炭淡化銅與炭淡化鉀配合之液爲無色。

規定液 *Standard solution*

秤四十格蘭姆炭淡化鉀於有塞之綠玻璃瓶內，加水至一立特以化之，置於暗冷處如木櫃中即可。

規定液之試驗 *Standardize*

將十分之四及十分之五格蘭姆之純銅秤出，放於小口玻盃中，以五立方厘硝酸化之。俟化盡後，移入一立特容積之玻璃瓶內，慎加養輕銻水以去其酸性，再多加二十立方厘，摻冷水至六百立方厘。此時溶液爲深藍色，於此溶液之中，將炭淡化鉀液由度管流入，至藍色有變更時，須漸漸加之，即每加一次，靜俟數分鐘，至最後藍色退盡，停止再加。以所用之鉀炭液之多少，除純銅之重，即得每一

立方櫃鉀炭液所抵純銅之數。此法每作一次，須占三十分鐘之久。茲將試驗之效果列左：

試驗 純銅之重 (以格蘭姆計) 鉀炭液之量 (以立方櫃計)

一 〇・五 七〇・六〇

二 〇・四 五六・七五

三 〇・四 五六・八〇

按試驗一，則一立方櫃鉀炭液與 $\frac{0.5}{10.6}$ 等於 0.00708 格蘭姆銅相抵。

按試驗二，則一立方櫃鉀炭液與 $\frac{0.4}{5.675}$ 等於 0.00707 格蘭姆銅相抵。

按試驗三，則一立方櫃鉀炭液與 $\frac{0.4}{5.68}$ 等於 0.00707 格蘭姆銅相抵。

由上三試驗，則知鉀炭液每一立方櫃，可抵 0.00707 格蘭姆銅。

淨銅鑛之試法 Assay of pure copper ores

銅鑛當試驗時，須研為細粉，使過八十嗎嘯之細羅。

炭酸化銅或養化銅鑛之試驗

秤一格蘭姆鑛，倒入淨小口玻盃內，以五立方櫃鹽酸加熱消之。俟消盡後，加少許硝酸。若鑛中含鉛，須加少許硫酸，使結為白色之鉛硫酸以去之。熱之，移入大玻瓶內，慎加養輕錳水以去其酸。

性，再加二十立方糎。後加水至六百立方糎之多，用鉀炭淡液試之，手續同規定液。

試驗結果：

試驗 銅鑛重量 (以格蘭姆計) 鉀炭淡液之量 (以立方糎計)

一	一	一六·四〇
二	一	一六·一〇
三	一	一六·二〇
平均數		一六·二三

因一立方糎鉀炭淡液可抵〇·〇〇七格蘭姆銅，所以一六·二三立方糎可抵〇·〇〇七乘一六·二三等於〇·一一三六一格蘭姆銅。原用鑛為一格蘭姆，所以鑛內含銅為百分之一一·三六一。

硫化銅鐵鑛之試驗 Assay of copper pyrite

秤一至二格蘭姆研細鑛粉，放於小口玻璃瓶內，加一立方糎濃硫酸及五立方糎硝酸（如用濃硝酸則硫酸即可免用）熱之，但勿使沸，以防硫之凝結。冷之，加入一立方糎硝酸及少許水，移入大玻璃瓶內，如前法試之。

試驗結果：

試驗 銅鑛重量 (以格蘭姆計) 鉀炭淡液之量 (以立方糎計)

一	一	二九·九〇
二	一	二九·四〇
三	一	二九·三〇
平均數		二九·五三

因一立方厘鉀炭液可抵〇·〇〇七格蘭姆銅，所以二九·五三立方厘可抵〇·〇〇七乘二九·五三等於〇·二〇六格蘭姆銅。原用鑛爲一格蘭姆，所以鑛內含銅爲百分之二〇·六六。

含雜質銅鑛之試法 Assay of Impure copper ores

銅鑛中如含有銀銻鎳銻等質，則鉀炭液試驗，卽難準確。其故因銀銻二質，能與鉀炭液配合而奪其力；鎳銻二質，成有色之液，使最後試驗之色不易分辨；故當試驗之前，須知鑛內曾否含有此數原質，預爲防備，以免錯誤。鐵與錳二質，若同時並有，則成易消化之錳化鐵質，化於溶液，妨害試驗。如加一格蘭姆易消化之錳鹽，使錳變爲不化之沉澱，然後再加鉀炭液試之，卽無阻碍；或將標準鑛於試驗之先，單獨燒之，加少許鐵硫二再燒之亦可。其餘妨害質在鑛質內，無關緊要；用下法試銅時，略爲防患，卽不碍於進行矣。

秤一至二·五格蘭姆研細鑛粉，其數目以含銅之多寡定之，化於硝酸，並加少許硫酸如前。俟化盡時，沸之驅出淡養二氣；冷之再加少許淡硫酸。移入玻璃瓶，加水至半立特。沸之，加入多硫弱硫酸

化鈉之熱溶液；煮之，至現黑色沉澱時為止。此時之液，發有硫養三嗅味，過濾後，將沉澱以硝酸化之。其餘手續，與試碳酸化銅法相同。若沉澱內硫質多時，過濾後須先在通氣櫃中燒之，然後再化。

試驗結果：

試驗	銅鑛重量 (以格蘭姆計)	鉀炭液之量 (以立方厘計)
一	二·五	一一·四
二	二·五	一一·五
三	二·五	一一·三
平均數		一一·四

因一立方厘鉀炭液可抵 0.007 乘 11.4 等於 0.0798 格蘭姆，所以鑛內含銅為百分之三二。

注意要項 Precautions

- (一) 試驗之先，應試鑛質是否含銀、銻、鎳、鉛及其他妨害試驗之各原質！
- (二) 鉀炭液規定液，每四日須另試一次！
- (三) 所加之養輕銹液，無論試規定液或試鑛質，均應相同！
- (四) 溶液之熱度濃淡及加炭液鉀之時間，各試驗均應相等！

(B) 銅質之濕法考驗 Wet assay of copper products

加鉀碘液於硫酸化銅，即變爲銅碘及鉀硫酸，並將若干純碘分出。此可用多硫弱硫酸化鈉之規定液試之，用小粉爲指標藥，知碘之量，銅之量即可推出矣。

規定液

將多硫弱硫酸化鈉稱出七八·三六格蘭姆，以二立特水化於有塞之玻璃瓶中。

鉀碘液

將此純淨鹽質稱出七十五格蘭姆，以半立特水化於有塞之玻璃瓶內。

小粉液

將此粉稱出四分之一格蘭姆，以少許冷水調之，速加入半立特沸水，煮之至沸。

(一) 規定液之試驗 Standardisation

將電解所得之純銅，稱出十分之三及十分之五格蘭姆數份，分別化於淡硝酸中。俟化盡後，將養三氣驅出（或用少許硫酸化之亦可），加水至五立方厘米，徐加純炭酸鈉結晶，至現沉澱時爲止。加數滴醋酸，使之消化，再加二十立方厘米鉀碘液，然後將多硫弱硫酸化鈉液，由度數管滴入，時時加小粉液試之，至藍色混盡爲止。

試驗數

純銅量（以格蘭姆計）

規定液量（以立方厘米計）

第二編 試金法

一	○·五	五〇·一
二	○·三	三〇·〇
三	○·三	三〇·二

由試驗一，則一立方櫃規定液可與○·〇〇九九格蘭姆銅相抵；試驗二，一立方櫃規定液與○·〇格蘭姆銅相抵；試驗三，一立方櫃規定液與○·〇〇九九格蘭姆銅相抵；故平均一立方櫃規定液即可作為與○·〇一格蘭姆銅相抵，以資便利。

(二) 銅質之試驗 To determine the copper in alloys

將數份半格蘭姆銅質，分別以硝酸化之。俟化盡後，如有錫酸沉澱，須過濾分出，加少許硫酸，熱之使硝酸氣去盡為止。加多硫弱硫酸化鈉或硫化輕，將銅分出。斯時之銅，變為銅硫，仍以少許硝酸化之。加水至五十立方櫃，徐加純炭酸化鈉結晶，試之如前。

如溶液中不含鐵或別質時，則硫化輕分銅之手續，即可免去。茲將試驗之結果分記如左：

(甲) 銅元

試驗	銅元質量 (以格蘭姆計)	規定液量 (以立方櫃計)
一	○·五	四七·〇
二	○·三	二八·一

三 〇・三 二八・二

因一立方櫃規定液可抵 $0 \cdot 0 \cdot 1$ 格蘭姆銅，則試驗一為 $\frac{10}{3} \times 0 \cdot 4$ 等於百分之九四，試驗二為 $\frac{10}{3} \times 0 \cdot 81$ 等於百分之九三・九，試驗三為 $\frac{10}{3} \times 2 \cdot 81$ 等於百分之九四・一，平均含銅為百分之九四。

(乙)黃銅 (第五十八號)

試驗 黃銅質量 (以格蘭姆計) 規定液 (以立方櫃計)

一 〇・五 二九・五

二 〇・五 二九・五

三 〇・五 二九・六

因一立方櫃規定液可抵 $0 \cdot 0 \cdot 1$ 格蘭姆銅，則二九・五立櫃即可抵二九・五格蘭姆銅，故含銅成分為百分之五九。

(丙)雜銅 (第五十五號)

試驗 黃銅質量 (以格蘭姆計) 規定液 (以立方櫃計)

一 〇・五 四四・一

二 〇・五 四四・二

第二編 試金法

三 〇・五

四四・〇

因一立方櫃規定液可抵〇・〇一格蘭姆銅，則四四・一立方櫃即可抵四四・一格蘭姆銅，故含銅成分爲百分之八八・二。

(三) 注意要項：

(一) 銅之溶液，不應含硝酸及鹽酸。除銅之外，並不應含有鐵鉛及其他鹽質在內，以免與鉀碘起化合作用。

(二) 用度管試規定液之時間，與試銅質之時間，亦應大致相同，平均以十五分鐘爲宜。

(三) 試驗液成時，應立即漸加規定液，不可逾十五分鐘之久。

(庚) 銅鑛之比色試驗法 *Colour determination of copper ores*

此法極宜於試含銅成分較低之鑛，甚關重要，故特述之如左。

規定液 *Standard solution*

秤一格蘭姆純銅片，以硝酸化之，加水至一立特。

銅鑛之試驗 *Assay of copper ores*

秤二格蘭姆銅鑛，以硝酸化之。化後加水及養輕銻，過濾。濾下之液，移入二百五十立方櫃容量之玻盆，濾斗上之質，再加硝酸化之。化後加水及養輕銻如前，過濾。濾得之液，併入前液之內，加

水使液量皆為二百五十立方糎。取迺思郎比色管 Nessler colour tube 二，一裝入五十立方糎濾得之液，一裝入四十五立方糎淡養輕銻，於此淡養輕銻液中，由度數管滴入規定之硝酸銅液，至二比色管之色相同為止。

試驗結果

試驗	原用銅鑛重	試液量	所用試液量	所用規定液量	銅之成分
一	二〇〇	二五〇〇	五〇〇	九・五	二・三八
二	二〇〇	二五〇〇	五〇〇	九・四	二・三七
三	二〇〇	二五〇〇	五〇〇	九・四	二・三七
平均成分					二・三七

附計算法

規定液之配置——一立特液中有銅一格蘭姆，是一立方糎液中，有銅千分之一格蘭姆，則九・四立方糎液中，應有銅千分之九・四格蘭姆。又所用試液為五十立方糎，為全液二百五十立方糎之五分之一，其中之鑛亦為五分之一，為十分之四格蘭姆（原用鑛二格蘭姆）。以此數除千分之九・四，再以一百乘之，則銅鑛中含銅之成分即得矣。其式如左：

1c. c. = 0.001Grams Cu

9.4c. c. = 0.0094Grams Cu

$$\frac{50}{250} \times 2 = 0.4\text{Grams Cu}$$

$$\frac{0.0094}{0.4} \times 100 = 2.37\text{ per cent Cu}$$

(辛)銅質之電解試驗 *Electric determination of copper products*

此法本電製純銅之理所創造，極便於試合金銅質之用，故特述之。

不動電極之試驗 *Fixed electrode*

秤○。五格蘭姆銅質，用少許淡硝酸化之，置熱鐵板上，蒸之至二立方櫃。取下冷後，加入三立方櫃濃硫酸，煮去煙氣，參水過濾。濾下之液，加入立方櫃濃硝酸，參水至容積約二百立方櫃，恰能容於所用之玻盃。

玻盃內安置正負電極，正極 *Anode* 為炭條，負極 *Cathode* 為已知重量之純銅片，各連以線。安置完備，由電瓶將電通入，需時約八九小時之久。電解畢，速將負極取下，先用淨蒸溜水洗之，再用酒精洗之，立即放入乾管乾之。此時須留意，恐生養化作用，乾後秤之。

當電解之際，玻盃之液，宜含酸百分之五，即八立方櫃硝酸及二立方櫃硫酸是。電力宜為二弗特

Volts.

轉動電極之試驗 Rotary electrode

秤〇・五格蘭姆銅質，化於硝酸如前。惟將正極連於轉輪，電解時期為一小時。所用電力為六弗特，電流為三安培 Amperes。其餘手續同前。

試驗結果：

(一)不動電極

試驗	原用銅質重	負極純銅重	電解後負極銅重	解結銅重	銅之成分
一	〇・五	二四・九一九五	二五・三五八六	〇・四三九一	八七・八二
二	〇・五	二五・九二一〇	二六・三六〇九	〇・四三九九	八七・九八
平均成分					八七・九〇

附計算法

設原用銅質為X格蘭姆，解結銅重為W格蘭姆，銅之成分為P，則有式如左：

$$W + \frac{100}{X} = P$$

(二)轉動電極

第二編 試金法

試驗	原用銅質重	負極純銅重	電解後負極銅重	解結銅重	銅之成分
一	〇・五	二四・九一九五	二五・三六二四	〇・四四二九	八八・五八
二	〇・五	二五・九二一〇	二六・三五七二	〇・四三六二	八七・二〇
平均成分					八七・八九

計算法同前。

三(一)煉渣之考驗 *Determination of copper in slags*

冶銅工廠試銅，除銅鑛銅質之外，煉渣亦甚關緊要。因此之取舍，由其中含銅之成分以爲衡。又煉渣分酸鹼二性，若知含砂養二之多寡，其性即可定也。故銅與砂養二爲普通應試之二質：

(一)砂養二之考驗 *Estimation of silica*

將煉渣研爲極細之粉，秤出一格蘭姆，置於鉑鍋中，參以熔料之炭酸化鉀及鈉熔之。俟熔後，加少許水及鹽酸化之，蒸發至乾，焙之冷之，用少許淡鹽酸煮之。至熔盡過濾；濾紙上之質，爲砂養二，乾之，燒後秤之。

(二)銅之考驗 *Estimation of copper*

前試濾下帶酸之液，通過硫化氫，使銅結爲沉澱之銅硫。過濾；濾紙上之質即爲銅硫，以硝酸及

溴水化之，加養輕錳以去酸，然後用比色法試銅。

規定液 Standard solution

秤一格蘭姆純銅，用硝酸化之，化後加養輕錳以去其酸，再加水至一立特。

試驗結果：

(1) 砂養二

試驗	原用煉渣重	秤得砂養二重	砂養二在煉渣內之成分
一	一〇〇	〇・三二四五	三二・四五
二	一〇〇	〇・三二五一	三二・五一
三	一〇〇	〇・三二四八	三二・四八
平均成分			三二・四八

附計算法

設原用煉渣爲X格蘭姆，秤得砂養二重爲W格蘭姆，其成分爲P，則有式如左：

$$W \times \frac{100}{X} = P$$

(1) 銅

第二編 試金法

試驗	原用煉渣重	試液量	所用試液量	所用規定液量	銅之成分
一	一〇〇	二五〇〇	五〇〇	五〇四〇	二・七〇
二	一〇〇	二五〇〇	五〇〇	五〇三〇	二・六五
三	一〇〇	二五〇〇	五〇〇	五〇三〇	二・六五
平均成分				五〇三四	二・六七

附計算法

規定液之配置——一立特中有銅一格蘭姆，是一立方糶液中，有銅千分之一格蘭姆，則五・三三立方糶液中，應有銅千分之五・三三格蘭姆。又所用試液為五十立方糶，為全液二百五十立方糶之五分之一，其中之鑛，亦為五分之一，為十分之二格蘭姆（原用鑛一格蘭姆）。以此數除千分之五・三三，再以一乘，則煉渣中含銅之成分即得矣。

(癸) 結論

中國銅鑛，各省皆有。古代所探重要鑛地，亦並不限於一定區域。惟統觀各地鑛業之歷史，往往不久即竭，鑛業中心，乃復移而至他者，蓋土法探鑛，大抵限於鑛床之淺露部份，在酸化帶或沉澱之上部也。且銅為中國製幣所需最重要之金屬，故歷來搜求甚力。易探之鑛，大抵探盡；惟以川滇間東

川會理等處發見稍遲，故產額尙多。然雲南銅鑛，在清初乾隆年間，產至六千噸以上者，今則不過八百餘噸，可見亦已大衰，土法採鍊之成績如此。若能採取新法，改良製煉，結果自必較佳，四川彭縣及吉林天寶山銅鑛，即其明證。惟欲得大宗之產額，總須有大宗之鑛源，就今所見，則似散漫者多，豐富者少，欲求可以行大規模採煉之鑛產，一時似尙難其選耳。

第一節 鉛 Lead

考驗之鉛質，普通約分三類：(一)含硫者，如硫化鉛鑛，硫化鉛質，及含鉛之煉渣；(二)不含硫者，如養化鉛礦及其煉質；(三)其他各種鉛質。

(甲) 鉛鑛 Lead ores

第一類鑛質：

(一) 硫化鉛鑛 Galena (PbS) —— 此鑛金類光澤極顯，藍灰色。重率七·三五至七·七，硬度二·五，性極脆。結晶正方形，亦有八邊形者，但其裂紋，恒爲完全之正方形。燒於木炭，發硫養二氣，餘爲鉛珠，木炭上並有黃色外衣。其他鑛之與此相似者，爲硫化錫，硫化銀，及硫化鋅等鑛，唯其色較灰而重率較小也。

(二) 硫酸化鉛鑛 Anglesite (PbSO₄) —— 係白色鑛質，結晶爲斜方形，重率六·一至六·四。加蘇打用吹筒火燒之，卽成鉛珠，並發氣質。

第二編 試金法

第二類鑛質：

- (三) 紅鉛鑛 Minium (Pb_3O_4) —— 爲紅色易碎之鑛質，無大價值。
- (四) 炭酸鉛鑛 Cerussite ($PbCO_3$) —— 爲白色鑛質，有時略顯灰黃棕各色。結晶爲斜方體，有光澤，亦有塊形或土質形者。硬度三至三·五，重率六·四六至六·四八。恆與他鉛鑛同產，用吹筒火燒之，立即溶化而成鉛珠，木炭上並有黃色外衣，加硝酸熱之則發氣。
- (五) 磷酸鉛 Pyromorphite ($3Pb_3(PO_4)_2 \cdot PbCl_2$) —— 爲梅綠色鉛鑛，有時亦顯黃色棕色，並有無色者。結晶係六方體，塊形者亦有之。較弗石略輕，硬度三·五至四，重率六·五至七·一。多與他鉛鑛同產。用吹筒火燒之，立即溶化而發藍色之火燄，加蘇打即得鉛珠，木炭上現黃色外衣。
- (六) 鹽酸鉛鑛 Mimetite —— 爲鹽酸化鉛，與前鑛極相似。其色較灰，有時略顯白色淡黃淡棕等色。
- (七) 鉬酸鉛鑛 Wulfenite —— 爲橙黃及橘紅等色鑛質，結晶爲六邊形，硬度二·七五至三，如臘而重。
- (八) 鉻酸鉛鑛 Crocoite —— 爲橘紅色鑛，結晶爲單斜體，硬度二·五至三。用吹筒火燒之，即得鉛珠。
- (九) 雜鉛鑛 Cromfordite 及 Mathookite —— 二鑛爲綠化鉛及炭酸化鉛之混合物。又 Leadhillite 爲硫酸化鉛及炭酸化鉛之混合物，此鑛之裂紋係斜方形。

(2) 鉛質 Lead products

第一類鉛質：

- (一) 硫化鉛質 Lead matte——其成分與硫化鉛礦 Galena 相似。
- (二) 灰色煉渣 Grey slag——由返射爐煉出之渣，色灰性脆，恆含顯著之硫化鉛質及灰。此煉渣由鑛鍋爐所出者為黑色。
- (三) 煨鑛 Calined ore——為供鼓風爐之煉料，時含硫化鉛硫酸化鉛及養化鉛等質。

第二類鉛質：

- (四) 浮質 Drosses 及擊落質 Abstriches——由去硬鉛所得者。
- (五) 揭質 Skinnings——由薄聽生 Patinina 及其他煉鍋所得。
- (六) 煉鍋底 Cupel bottoms——為燒鉛提銀之鍋底。
- (七) 煉渣 Slag——為砂酸化鉛質。

第三類鉛質：

- (八) 粗鉛 Work Lead——由鼓風爐所得者。
- (九) 硬鉛 Hard Lead——由軟鉛法所得者。
- (十) 餘渣 Residue——由提淨鉛時所得者。

(十二) 錫鉛 (antimonial lead)——為錫與鉛之合金。

(丙) 鉛鑛之乾法試驗 Dry assay of lead ores

(一) 紅鉛之還原 Reduction of red lead

試驗一

紅鉛 Red lead

三〇・〇 格蘭姆

木炭 Charcoal

一・五 格蘭姆

將上列之輔助物秤出而勻和之，裝入有蓋小坩鍋內，以暗紅熱燒之，約十五分鐘之久，將所得純鉛傾於模內，冷後秤之，傾出之質，不應有餘渣。其化式如下：



試驗二

紅鉛 Red lead

三〇・〇 格蘭姆

木炭 Charcoal

三・〇 格蘭姆

試法與第一同，但所用木炭較多，故所成之鉛質多為碎粒形，如前法傾出冷後，將塊鉛選出；所餘碎粒，參有木炭，置入瓷盃，以水洗去，乾後秤其鉛。

試驗三

紅鉛 Red lead 三〇・〇格蘭姆
 木炭 Charcoal 〇・七格蘭姆

試法同前，但所加木炭過少，故煉成之質為鉛養及鉛。以上各試驗，均不應生成有透明之煉渣。

(二)方鉛鑛之坩鍋試法 Assay of galena in the earthen crucible

將鑛質研於鐵臼中，使過六十嗎噠之羅，然後全體攪勻，再取泥鍋數個置於爐下乾之，並將輔助物照下列數目秤出二份：

第一份

鑛質 Ore 三〇・〇格蘭姆
 碳酸鈉 Sodium carbonate 三〇・〇格蘭姆
 菓酸 Tartar (或亞高 Argol) 三・〇格蘭姆

第二份

鑛質 Ore 三〇・〇格蘭姆
 碳酸鈉 Sodium carbonate 二五・〇格蘭姆
 菓酸 Tartar (或亞高 Argol) 三・〇格蘭姆
 硼砂 Borax 五・〇格蘭姆

第二編 試金法

輔助物之裝置

第一份炭酸鈉，以五分之四與鑛質摻合，五分之一留爲蓋輔助物之用；第二份止用礪砂爲蓋，餘均與鑛質摻合。

鐵片之用法

鐵片一塊，其長爲鍋高之二倍，將一端摺回，至其中端，並將其他端剪爲劣形，使鐵片能與鍋底相遇。然後將此輔助物攪勻，移入鍋內，並將鐵片插入，至鍋底爲度，惟摺回之端與輔助物之面不可相近，恐以後取出時帶有熔質也。

熔燒之手續

泥鍋安置之後，放入爐中。此時爐內應爲暗紅熱，泥鍋應在爐之下端，爐下進風之門，宜半關閉，以免空氣過多，熱度驟增。如此約二十分鐘之久，將熔液以鐵片攪之，取出鐵片，視黏有熔質，須搖之使歸入液中，仍將鐵片放入。此時爐下風門，再開少許，如此約五分鐘，如前法取出鐵片，完全開爐下之門，以升爐中熱度，而鍋中之質亦完全溶化，以便傾倒。再俟一分鐘，將鍋提出，漸傾熔質於模內。

鉛錠之處理

俟熔質在模內冷後，以錘將煉渣擊去，所餘鉛錠，以刷刷淨，錘爲八角餅形，秤之。刷鉛錠時，

須宜注意，萬勿將渣包入錠內。

試驗結果

甲種鑛質：

(一)無硼砂輔助物之試驗

試驗	鑛質重	鉛錠重	鉛之百分率
一	三〇・〇	二二・〇五	七三・五
二	三〇・〇	二二・一五	七三・八

(二)有硼砂輔助物之試驗

試驗	鑛質重	鉛錠重	鉛之百分率
一	三〇・〇	二二・九五	七三・一七
二	三〇・〇	二二・八九	七二・九七

按上各試驗，此鑛合鉛之平均成分為百分之七三・三八。

乙種鑛質：

(一)無硼砂輔助物之試驗

第二編 試金法

試驗	鑛質重	鉛銻重	鉛之百分率
一	三〇・〇	一五・二七〇	五〇・〇九
二	三〇・〇	一五・三〇五	五一・〇〇

(二)有礬砂補助物之試驗

試驗	鑛質重	鉛銻重	鉛之百分率
一	三〇・〇	一四・九五	四九・八〇
二	三〇・〇	一四・八九	四九・六九

按上各試驗，此鑛之平均成分爲百分之五〇・一四。

丙種鑛質：

(一)無礬砂補助物之試驗

試驗	鑛質重	鉛銻重	鉛之百分率
一	三〇・〇	九・八九	三二・九六
二	三〇・〇	九・八七	三二・九〇

(二)有礪砂輔助物之試驗

試驗	鑛質重	鉛錠重	鉛之百分率
一	三〇・〇	九・七〇	三二・四八
二	三〇・〇	九・八二	三二・七三

按上各試驗，此鑛之平均成分為百分之三二・七七。

礪砂之用否，宜以鑛渣之質性定之，如鑛渣為酸性（砂養二）。以不用礪砂為宜，因礪砂之為用，專使與石灰質及別種養化金類相配合也。

鉛鑛中含有礪質，鉛錠中即有硫化鐵，若有時，須分出之，並須注意以免將鉛帶出。如欲免鉛錠成有硫化鐵時，厥有二法：（一）須用低熱度熔化，（二）減少亞高重量。

(三)養化鉛鑛的坩鍋試法 Crucible assay of oxidised lead ores

(甲)炭酸鉛鑛 Cerussite

輔助物之配置如下：

鑛質 Ore 二五・〇 格蘭姆

亞高 Argol 五・〇 格蘭姆

第二編 試金法

碳酸鈉 Sodium carbonate

一〇・〇 格蘭姆

硼砂 Borax

一五・〇 格蘭姆

硼砂之半，須用爲蓋。鐵片之用，與試方鉛鑛同。

(乙) 硫酸鉛鑛 Anglesite

輔助物之配置如下：

鑛質 Ore

二五・〇 格蘭姆

亞高 Argol

三・〇 格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate

二〇・〇 格蘭姆

硼砂 Borax

一五・〇 格蘭姆

鐵片一塊，用法同前，但以鐵鍋代坩鍋時，卽無須再用鐵片，惟鐵鍋必須少用鹼性鉀或鹼性鈉以淨之。

(丙) 綠化鉛鑛

輔助物之配置，與硫酸鉛鑛同，惟以炭淡化鐵代鐵，較爲便當。用時以五格蘭姆爲宜。

試驗結果：

(甲) 碳酸鉛鑛

試驗	鐵質重	鉛錠重	鉛之百分率
一	二五・〇	七・二五五	二九・〇一
二	二五・〇	七・二九〇	二九・一九
三	二五・〇	七・一八四	二八・八〇

按試驗，此鑛之平均成分爲百分之二九。

(乙) 硫酸鉛鑛

試驗	鐵質重	鉛錠重	鉛之百分率
一	二五・〇	七・四〇〇	二九・六
二	二五・〇	七・五二五	三〇・一

按試驗，此鑛之平均成分爲百分之二九・八五。

(丙) 綠化鉛鑛

試驗	鐵質重	鉛錠重	鉛之百分率
一	二五・〇	六・一二五	二四・五〇
二	二五・〇	五・九八〇	二三・九二

按試驗，此鑛之平均成分爲百分之二四·二一。

(四) 複雜鉛鑛之坩鍋試驗 Crucible assay of complex lead ores

(甲) 鉻酸鉛鑛

輔助物之配置如下：

鑛質 Ore 二五·〇 格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate 五〇·〇 格蘭姆

亞高 Argol 六·〇 格蘭姆

硼砂 Borax 三·〇 格蘭姆

煤煙 Lamp-black 〇·五至一 格蘭姆

碳酸鈉以五分之四與鑛質摻合，五分之一爲蓋，并用鐵片一塊。

(乙) 錳化鉛鑛 Wulfenite and minnesite

輔助物之配置如下：

鑛質 Ore 二五·〇 格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate 四五·〇 格蘭姆

亞高 Argol 四·〇 格蘭姆

硼砂 Borax 三・〇格蘭姆

煤煙 Lamp-black 〇・五至一格蘭姆

鐵片 Strip of Iron 一塊

以碳酸鈉五分之一爲蓋，鐵質用以去蓋，在此試驗中爲最要品。

(丙) 錫化鉛鑛

補助物之配置如下：

鑛質 Ore 二五・〇格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate 二〇・〇格蘭姆

亞高 Argol 二・〇格蘭姆

硼砂 Borax 一五・〇格蘭姆

炭酸鉀 Potassium cyanide 一至二・〇格蘭姆

鐵片一塊，用法同前。

試驗結果：

(甲) 絡酸鉛鑛

試	驗	鑛	質	重	鉛	錠	重	鉛	之	百	分	率
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

驗鑛學大意

一四〇

一	二五・〇	五・二〇〇	一〇・八
二	二五・〇	四・九七五	一九・九

按試驗，此鑛之平均成分爲百分之二〇・三五。

(乙) 錳化鉛鑛

試 驗	鑛 質 重	鉛 錠 重	鉛 之 百 分 率
一	二五・〇	六・一七五	二四・七
二	二五・〇	六・〇二五	二四・一

按試驗，此鑛之平均成分爲百分之二四・四。

(丙) 銻化鉛鑛

試 驗	鑛 質 重	鉛 錠 重	鉛 之 百 分 率
一	二五・〇	四・二五五	一七・〇二
二	二五・〇	四・三五〇	一七・四〇

按試驗，此鑛之平均成分爲百分之二七・二一。

(五) 他種含鉛質之試驗 Assay of other products containing lead

(甲) 骨灰盆底 Cupel bottoms

輔助物之配置如下：

骨灰盆底 Cupel bottoms	二五格蘭姆
碳酸鈉 Sodium carbonate	二五格蘭姆
弗石 Fluor spar	六·五格蘭姆
硼砂 Borax	八·〇格蘭姆
煤煙 Lump-black	二·〇格蘭姆
亞高 Argol	一二·五格蘭姆

末二質擇一用之即可。此法熔化時間，較試驗為多。

(乙) 煉渣 Slag

輔助物之配置如下：

煉渣 Slag	三〇·〇格蘭姆
碳酸鈉 Sodium carbonate	三〇·〇格蘭姆
亞高 Argol	一二·〇格蘭姆

此法與試低等方鉛礦相同，惟熔化時間較試驗時宜多。

驗鑛學大意

試驗結果：

(甲) 骨灰盃底

試驗	骨灰盃底	鉛錠重	鉛之百分率
一	三〇・〇	二・八八	九・六
二	三〇・〇	二・七三	九・一

按試驗，此質含鉛為百分之九・三五。

(乙) 煉渣

試驗	煉渣重	鉛錠重	鉛之百分率
一	三〇・〇	三・一五	一〇・五
二	三〇・〇	三・三〇	一一・〇

按試驗，此質含鉛為百分之一〇・七五。

(丁) 鉛鑛之濕法試驗 Wet assay of lead ores

此為英之亞力山大法 Alexander's method，用以考驗成分較少之鉛鑛，其法如左：

規定液 Standard solution

秤九格爾姆錳鉍酸，以水化之，加水至一立特。

指標料 Indicator

爲溼澤液 Tannin solution —— 將試筒半盛以熱水，加入溼澤爲其量之五分之一即得。

(一) 規定液之試驗 Standardization

秤純鉛片三份，每份爲十分之四格爾姆，各置玻皿，以硝酸化之，加入硫酸少許，蒸發至近乾，俟硫酸二氣發生時，冷之。皿內所得之質爲硫酸鉛，以醋酸鉍化之（加少許醋酸。）添水至二百五十立方厘，煮之至沸，將規定液由度量管漸漸加入，俟加入後之試液一滴，與指標料相遇於瓷盤上成黃色爲止。

(1) 鉛礦之試驗 Assay of lead ores

將研碎之礦，秤出三份，每份一格爾姆，分置玻皿內，各用硝酸化之。化後將多餘之酸煮去，加入硫酸少許，蒸發至近乾，俟硫酸二氣發生時，冷之。參水至一百立方厘，過濾。冷之，用含百分之二硫酸之水洗之。濾紙上之沉澱爲硫酸鉛。用醋酸鉍液化之（化時連濾紙置入玻皿，亦無妨害。）加水至二百五十立方厘，煮之至沸，由度量管滴入規定液，試之如前。

試驗結果：

(一) 規定液

驗鑛學大意

一四四

試驗	原用純鉛重	規定液量	每一立方糲規定液可抵鉛重
一	〇・四	四一・五	〇・〇〇九八五
二	〇・四	四〇・〇	〇・〇〇九八八
三	〇・四	四一・二	〇・〇〇九八六
平均成分			〇・〇〇九八七

附計算法

設原用純鉛爲X格蘭姆，規定液之量爲Y立方糲，每立方糲規定液可抵鉛重爲W，則有式如左：

$$\frac{X}{Y} = W$$

(1) 鉛鑛

試驗	原用鑛質重	所用規定液之量	鑛質含鉛之成分
一	一・〇	三四・八	三四・一〇
二	一・〇	三四・九	三四・二〇
三	一・〇	三四・五	三三・九〇
平均成分			三四・〇七

附計算法

設原用鑛質重爲X格蘭姆，規定液之量爲Y立方寸，每立方寸規定液可抵鉛重爲W格蘭姆，鑛質含鉛之成分爲P，則有式如左：

$$\frac{100}{X} \times Y \times W = P$$

第三節鑛 Arsenic

考鑛之質，約爲下列之數類。

- 一、自然鑛 Native arsenic
- 二、白鑛 White arsenic (As_2O_3)
- 三、黃硫化鑛 Orpiment (As_2S_3)
- 四、紅硫化鑛 Realgar (As_2S_2)
- 五、含鑛硫化鑛 Mispickel ($Fe AsS$)
- 六、鑛化鐵 Lusco-pyrite ($Fe_2 As_2$)
- 七、鈷鑛各鑛 Cobalt and nickel ores
- 八、銅鑛 Copper ores
- 九、鑛化鎳鈷質 Speiss regulus

十、沉澱鐵 Iron precipitate (鹼性亞酸化質)

十一、綠塗料 Green pigments

十二、射擊合金 Shot alloy 及其他各金屬 Other metals

十三、亞砷酸質 Arsenites and arsenates

(甲)自然靈 Native arsenic

產量極多，為脂肪及碎粒形，新斷口為錫白色，但生鏽甚速。為近黑色，金屬光澤，硬度三·五，性脆。以吹筒火燒之，發白煙不熔，其味如蒜。木炭上顯白色外殼，以給養火燒之，昇發尤多。此質有時含銻。

(乙)白靈 White arsenic

自然白靈，亦有為外殼或如髮之結晶者，與他靈鑛同產。製成之白靈，熔化後能成二種之質，有玻璃形者，有粉形者。

(丙)靈鑛 Arsenical ores

(一)黃硫化靈 Orpiment —— 普通為鱗片形，斜方體結晶。裂紋極完全，顯黃色半透明，珍珠光澤，裂處尤佳，他處較暗，如脂肪然。硬度一·五至二，重率三·四。此鑛與黃雲母相似，其不同之點為(一)無彈性，(二)性軟，(三)燒於木炭而發蒜味之白煙。

(二)紅硫化鐵 *Realgar*——此鑛結晶者頗多，亦有散塊形者。結晶爲單斜體，色及條痕爲深橘黃至紅色。脂肪光澤，透明至半透明，硬度二。此鑛與鑛之 *Crocoite* 及 *Vulcanite* 相似，其不同之點，在現硫化之化學作用。

(三)含硫鑲化鐵 *Mispickel*——此鑛結晶爲斜方柱形體，其頂端稍異，亦有散塊形者。色白如銀，略具灰色，生銹後爲黃銅色。條痕黑色，金屬光澤，斷紋甚不一致。性脆，硬度五。五至六，重率六。三。燒於木炭發煙，餘爲黑鐵硫渣。燒於試筒有臭昇華。此鑛恆含鉛，並與銀銅鉛銻錫各鑛同產。

(四)其他含鑲之鑛，見鑲鉛銀銅各章，茲不贅及。

(丁)鑲化鑲鉛質 *Spoiss*

鑲鉛等鑛，每含有鑲，故冶煉鑲鉛之時，恆有一部分鑲鉛與鑲配爲鑲化質，爲甚重之結晶，性脆，斷口白色，略帶梅紅。以吹筒火燒之，有鑲之變化。餘質與礪砂同燒，有鑲鉛作用。

(戊)沉澱鐵 *Iron precipitate*

冶煉鑲時，恆得此澱，爲養輕化三價鐵與鹼性鑲酸化鐵配合之質。

(己)擊射金 *Shot metal*

此爲鉛及鑲之合金。

第二編 試金法

(庚) 鑛質之乾法考驗 Dry assay of arsenical ores

乾法試鑛，精確者鮮。普通用者，厥爲下述之一法。

秤五格蘭姆乾試質，置於乾潔試筒中。筒長六寸，筒口用小試紙覆之，再用繩纏束，以防空氣之流通。由筒下漸漸加熱，使白鑛升華，結於筒之上端。俟作用畢時，立濕筒之下端，燒熱之筒，遇濕即破，故下端即行裂墜。將上端所結之白鑛，刮下秤之，秤得之重，約爲試質中所含白鑛之多寡。其良窳由色澤知之。或將昇華所餘之渣秤之，與原用試質比較，所失之重，卽爲白鑛。白鑛 *White arsenic* 程式爲 As_2O_3 ，其重之百分之七五·七五爲鑛。

(辛) 鑛質之濕法考驗 Wet assay of arsenical ores

(一) 碘液試法 By iodine solution —— 此法基於液中之亞砷化鈉 Sodium arsenite，含有多餘之碳酸輕鈉 Sodium bicarbonate，此受直接養化，遇小粉液變藍色，所成之三綠化鑛，卽蒸發於輕綠氣中。試驗含鑛之銅質或含鑛之澱銅 Copperprecipitate 及含鑛不豐富之鑛質時，恆用此法。

規定液 Standard solution —— 將三·三八六格蘭姆碘，化於六格蘭姆鉀碘液中，加水至一立特

規定液之試驗 Standardization

將〇三格蘭姆白鑛 As_2O_3 ，以養輕鈉液化之，加入鹽酸少許，復加炭輕鈉以去酸，冷之，滴入

規定液試之，間用小粉液爲指標藥。

熔液之預備 preparation of solution

熔液所以化銅，並藉以得輕綠氣，其預備法如下：

將六百格蘭姆鈣綠二，三百格蘭姆鐵綠三，以六百立方厘米鹽酸化之，加水至一立特。

鑊質之試驗 Assay of arsenical products

將含鑊銅質，或含鑊之沉澱銅，秤出一格蘭姆，置於玻璃瓶中。然後將瓶連接如圖(圖七)：右端爲凝結器，中裝十五立方厘米冷水，玻璃中加入五十立方厘米綠化三價鐵(Fe_2O_3)液，由玻璃管上端傾入，然後由下加熱，經二十分鐘之久，此時鑊二綠六即收於凝結器之水中。器外護以冷水，凝結更易。更將二十立方厘米鹽酸加入，再熱五分鐘，俾鑊質盡出。冷之，拆斷連接，將玻璃瓶中之質，速行傾出。凝結器中之鑊二綠六亦盡傾洗於玻皿。加入炭酸輕鈉，逐去其酸，冷後滴入規定液，試之如前。

試驗結果：

(一) 規定液

試 驗	原用鑊一養三重	規 定 液 量	每立方厘米規定液可抵鑊重
一	〇・二	三九・九	〇・〇〇三八〇
二	〇・一	三九・九	〇・〇〇三八〇

驗領單大意

一五〇

三	〇・二	四〇・一	〇・〇〇三七八
平均數			〇・〇〇三八〇

附計算法

設原用鑿二養三重爲X格蘭姆，其百分之七五・七六爲鑿，規定液量爲C立方櫃，每一立方櫃可抵鑿重爲W格蘭姆，則有式如左：

$$\frac{X \times 0.7576}{C} = W$$

(二)含鑿澱銅

試驗	原用澱銅重	規定液量	澱銅內鑿之成分
一	一・〇	一八・六	七・〇六八
二	一・〇	一八・五	七・〇一〇
三	一・〇	一八・三	六・九五〇
平均成分			七・〇三〇

附計算法

設所用澱銅爲X格蘭姆，規定液爲C立方櫃，其每立方櫃可抵鑿重爲W格蘭姆，鑿之成分爲P，

則有式如左：

$$C \times W \times \frac{100}{X} = P$$

(三) 含錫銅質

試驗	原用銅質重	規定液量	銅質內錫之成分
一	一·〇〇〇七	一一·〇	〇·四一八
二	一·〇〇一七	九·八	〇·三七二
三	一·〇〇七〇	一一·五	〇·四三五
平均成分			〇·四〇八

附計算法

計法同前，惟所用之規定液，係再參水使其濃度較原液濃度減少十倍，故每立方釐規定液可抵鑊重爲〇·〇〇〇三八格蘭姆。

(二) 醋酸鈉液試法 By uranium acetate solution —— 此法爲著者昔年在校研究時所發明，曾經教授米雷特氏及倫敦鑛業研究會 Institution of mining and metallurgy 所證實，極便於試含錫較富之鑛之用，故詳述於左：

規定液 Standard solution

秤三四·一格蘭姆醋酸鈉，以二十五立方種硝酸化之，加水至一立特。

醋酸鈉液 Sodium acetate solution

秤一百格蘭姆醋酸鈉，化於五百立方種醋酸中，加水至一立特。

指標液 Indicator

此為百分之十之黃淡鉀鉍 $K_2Fe(CN)_6$ 鹽液。

規定液之試驗 Standardization

秤〇·二蘭格姆白鹽，化於硝酸。蒸發至五立方種，參水並加養輕銻以去其酸。再加五立方種醋酸液，參水至一百五十立方種，煮之至沸，將規定液由度管滴入試之。所試之液，與指標遇液於瓷盤者而變更顏色時，即為末點。

鑛鑛之試驗 Assay of arsenical ores

秤研細之鑛鑛粉半格蘭姆，以硝酸化之。如有錫錒時，化後須蒸發至乾，加水刷之過濾。濾上之質，為錫及錒之養化物 Sb_2O_3 and Sn_2O_3 。濾下之液，加養輕銻逐去其酸，熱之，通入硫化輕至他足為止。再加二十立方種養輕銻，熱之，過濾。濾下之液，煮之，將所餘之養輕銻除去，加十立方種硝酸，沸之，至硫化鑛之沉澱復行化盡，用養輕銻去酸後，加五至十立方種醋酸鈉液，移入大玻璃瓶中。此

時之液量，宜爲一百五十立方釐，沸之，將醋酸鈾規定液由度管滴入，試之如前。

試驗結果：

(一) 規定液

試驗	原用鑿二養三重	規定液量	每立方釐規定液可抵鑿一養三重	每立方釐規定液可抵鑿重
一	〇・二	三一・五	〇・〇〇〇六三	〇・〇〇〇四六五
二	〇・二	三一・三	〇・〇〇〇六四	〇・〇〇〇四七〇
三	〇・二	三一・五	〇・〇〇〇六四	〇・〇〇〇四七〇
平均數			〇・〇〇〇六四	〇・〇〇〇四七〇

附計算法

設原用鑿二養三重爲X格蘭姆，其中百分之七五・七六爲鑿，規定液量爲C立方釐，每一立方釐可抵鑿重爲W格蘭姆，則有式如左：

$$\frac{X \times 0.7576}{C} = W$$

(二) 鑿重

試驗	原用鑿重	規定液量	鑿之成分
----	------	------	------

第二編 試金法

一五三

一	〇・五	七二・五	六八・一
二	〇・五	七一・九	六七・七
三	〇・五	七一・三	六七・二
平均成分			六七・七

附計算法

設所用鑛鑪為X格蘭姆，規定液為C立方糎，其每立方糎可抵鑪重為W格蘭姆，鑪之成分為P，則有式如左：

$$C \times W \times \frac{100}{X} = P$$

第四節 銻 Antimony

普通試銻之質，為以下四類：

- (一) 鑛質 Ores
- (二) 浮揚質 Dressings
- (三) 煙筒塵 Fume
- (四) 合金 Alloys

(甲) 銻礦

(一) 硫化銻礦 *Sibonite* ($Sb_2 S_3$) —— 爲灰色重質之礦，有結晶者，有塊形者，其結晶爲斜系長針柱形，又名針礦。金屬光澤，亮白如銀。裂紋甚完備，塊形者具有微細之結晶。色較黑，性極脆，能以刀切而不受槌擊。硬度二，重率四·六至四·七。易熔化，亦能溶於鹽酸，溶時發硫化氫氣。

(二) 黃銻礦 *Antimony ochre* —— 爲黃白色土形或粒形質。以吹筒燒之，顯銻質之作用。此養化銻質，亦恒與他養化金屬參雜，並與硫化銻同產。

(三) 紅銻礦 *Kermesite* ($2Sb_2 O_3 \cdot Sb_2 S_3$) —— 紅色礦產，爲單系斜形結晶體，較硫化銻礦性軟，其吹筒作用同。

(四) 斜方形養化銻礦 *Valentinite* ($Sb_2 O_3$) —— 平常係白色，有時發如錫之光亮。燒於狹試筒及木炭即昇華，先變黃色，後即熔化，顯銻之作用。

(五) 正方形養化銻礦 *Benarmonite* ($Sb_2 O_3$) —— 與前礦性質相同，其結晶爲有秩序之八面體。

(六) 硫化銻鉛礦 *Jamesonite* ($3Pb S_2 Sb_2 S_3$) 及 *Boulaengerite* ($3Pb S Sb_2 S_3$) —— 斯二質皆爲鉛灰色重性之礦，前者與硫化銻礦相似，惟其結晶欠明亮，裂紋亦不完全。均易熔化，但燒時則裂開。吹筒火作用與硫化銻礦相似，惟其珠欠明亮。此外又有數礦如 *Steinmannite* *zinkenite* *plagiönite*

等，皆硫化鉛與硫化銻參雜之鑛，但產量過少耳。

(乙)浮揭質 *Fluorspar* —— 爲軟鉛時所得，含鉛養甚多。養化銻外，並有鐵錫等質。能溶化，亦能研碎。

(丙)煙筒塵 *Fumes*

(丁)合金 *Alloys* 之含銻者，多爲鑄印金 *Type metal*，白色去阻金 *White anti-friction alloys* 及硬鉛合金等。

(戊)銻鑛之乾法考驗 *Dry assay of antimony*

此法爲冶銻者所恒用，能得銻之商場價值。

銻鑛標本，送達市場，須經冶銻者先行考驗，然後真正銷售價值，方能定出；因經此次考驗之後，若干鑛質，可煉得純銻若干，卽能預知也。普通銻鑛，恆爲硫化銻。

法將行將冶煉之標本銻鑛，取煉二百至三百磅，以求其冶煉後能得煉質之實數，須用以下各法試之。

(一)單簡法 *Singling*

(1)雙煉法 *Doubling*

(二)提淨法 *Refining*

但用第一第二兩法，即能知其大要，茲特述之。

將新煉之罐置於爐中燒之至透熱，取秤得之標本錫四十至四十五磅，其塊式勿使大於核桃，裝入罐中，加一至三磅之鹽餅 *Salt cake*，俾所含之硫化鐵，易於分出，並使鑛渣易於熔化。將二十至二十五磅洋鐵片（即鍍錫鐵片）廢塊，槌為團形，秤後置於錫鑛與鹽餅之上，加熱使全體熔化。司煉者須時時留意，務使鑛質煮沸，致能參合，並易還原。俟一點十五分至一點半鐘之久，（時之久暫，依熱度之大小定之），煉罐內之質，即為平靜之流質，將罐提於爐外，使倒熔質於鐵模中。倒後之空罐，立即置入爐內，四圍添入焦炭，以便下爐之熔煉。鐵模於倒煉質之前，宜用泥拭之，恐鑛中所加之鐵不足，存有硫磺，與模配合也。模中煉質，俟結為定質時，亦應用鑿分為數塊。

俟罐燒紅，再將四十磅鑛質加入，參鐵錫之如前。侵倒之前，須查看其應否添入三磅至五磅之鐵或五磅至十磅之鑛。煉時如加鐵不足，則錫質即不能完全分出，失於煉渣之中，此為無補救之損失。若鐵質過多，則所餘之鐵與錫配合，俟二次煉時，加入三磅至五磅鑛質，即可仍行提出，此不足慮也。

故用前法熔煉四次至五次，以原用鑛質之共重除所煉出之錫之共重，則此鑛質之價值，即可定出

(三) 錫鑛之濕法考驗 *Wet assay of antimonial ores*

將含銻之鑛質研為細粉，秤出二至五格蘭姆，以鹽酸或王酸化之，蒸發至乾，參鹽酸及水過濾。濾下之液，加少許葉酸，通入硫化氫氣，至沉澱稠密，銻質全結為止，此時之液，不應多含酸質。過濾，濾得沉澱，用熱水洗之，由熱水濾乾後，移入已知重量之瓷鍋，小心將發烟硝酸滴入，再置水爐熱之，至硫銻二質完全變化為度，蒸發至乾，炙燒之，先徐徐加熱，後加強熱，燒得餘質，為四養化銻 Sb_2O_3 ，冷後秤之。（四養化銻 Antimony tetroxide 程式為 Sb_2O_4 重之百分之七八·九四為銻。）

(庚) 銻質之濕法試驗 Wet assay of antimonial products

秤銻質五格蘭姆，置於玻盆中，以三十立方厘米硝酸及十立方厘米鹽酸化之，加二十立方厘米水，再加鐵二綠六約二格蘭姆。煮之使容量減少，冷後參之以水，加入粉形蘇打以去其酸質，復加少許鹽酸，此時之液應為紅色。煮之至沸，加醋酸鈉二格蘭姆，再沸之過濾，用熱水洗之。濾斗上之質，以熱鹽酸化之，多加養輕錳液，通入硫化氫經五至十分鐘之久，銅與鐵即結為硫化質，過濾洗之。濾下之液，加鹽酸少許，銻即結為沉澱濾之。濾得之質，洗入玻盆，置於水汽爐熱後再濾之，乾之，秤之。所得之質，為銻二硫三，含銻若干，即可推出。

試驗結果：

試	驗	原用銻鑛重	銻二硫三重	銻之成分
---	---	-------	-------	------

一	五·〇	〇·二八六九	四·四
二	五·〇	〇·二七九〇	四·二
平均成分			四·三

附計算法

設原用錫質重為X格蘭姆，錫二硫三重為W格蘭姆，其中百分之七一·四四為錫，錫之成分為P，則有式如左：

$$W \times 0.7144 \times \frac{100}{X} = P$$

(辛)結論

中國為世界產錫最多之國，幾已十年於茲；產額之多，超過世界全額之半。湖南一省錫礦豐富，為全球各國所未聞。天產之所獨厚，地利之所特鍾，殆可與南非洲之金烏，拉爾之鉑，相提並論。而華昌公司又能利用新法製鍊，遂能於數年之中，突起進步，蔚成中國第一等之鑛業。歐戰期中，全球市場，均仰給於我，年產價值，已達一千八百餘萬元，亦云盛矣。雖戰後市面停滯，鑛業少衰；然既有此全球無比富源，苟能善為經營，固不難執世界錫市之牛耳。抑錫之為用，猶未甚廣，故世界產額僅四萬餘噸，猶時虞供過於求。誠得有志之士，精心研究，能於化學冶金特關用途，則用廣價貴，鑛

業自亦與之俱起，此又以人力盡地利之一道也。

第五節 鉍 Bismuth

普通所驗合鉍之質，爲以下各類：

- (一) 鉍礦 Ores of bismuth
- (二) 鉍質 Metallic bismuth
- (三) 鉛 Lead
- (四) 易熔合金 Fusible alloys
- (五) 煅煉釜底 Cupel bottoms
- (六) 鉛養 Litharge 及餘鉛質
- (甲) 鉍礦 Ores of bismuth

(一) 自然鉍 Native bismuth —— 有時係結晶形，但普通爲紋形及粒形質。白色，金屬光澤，恆顯淡紅及黃點，並有生銹者。硬度二·五，重率九·六至九·八，性極脆。在木炭上易熔，以收養火燒之即昇華，並結橘黃色外衣。恆與鎳、錳、鉛等礦同產。

(二) 硫化鉍礦 Bismuthine (Bi_2S_3) —— 柱形結晶，有時極微而甚堅，亦有成塊或粒者。鉛灰色，有黃色之銹。硬度一至二·五，重率六·四至六·六。性脆，能受刀割而不受槌擊。以吹筒火燒

之，立熔成金珠，有黃色外衣，能消於硝酸。

(三)土形鉍鐵 Agnesite (Bismuth ochre) —— 有白灰黃等色，能熔於木炭而成鉍珠。

(四)碳酸鉍鐵 Bismuthite —— 亦形似土質之鐵，有黃白等色，產於莫西叩及其他各國。

(五)硫化銅鉍鐵 Cupreous bismuth (CuBiS_2) 及 Tetradyrite —— 產處不少。

鉍恒產於他金屬中，如鉛及鉛養中每含有鉍，含鉍之鉛養為黑綠色。

(乙)易熔合金 Fusible alloys —— 鉍為造易熔合金之要質，通用之熔金，列如左表：

熔金名稱	鉍	鉛	錫	鎳	熔度
牛頓熔金 Newton's F. M.	八	五	三	〇	九四·五〇
路司熔金 Roeser's F. M.	二	一	一	〇	九三·七五
利聽博金 Lechtenberg's M.	五	三	二	〇	九〇·六〇
吳芝熔金 Wood's F. M.	四	二	一	一	六〇·五〇

(丙)鉍鐵之乾法考鑒 Dry assay of bismuth ores

乾法考鉍，普通用者，厥有二法：

(一)熔分法 Liqumtion

第二編 試金法

此法極宜於試含有純鉍之鑛質，法將鑛質研為碎粉，秤出二十格蘭姆，裝入漏底罐中。罐下再接一罐，大小相同，接處用泥封之，蓋密其口，亦封之。全體置入爐內，燒至紅熱，鑛中之鉍，即先熔化，漏於接罐，冷後取出秤之。

(二) 熔化法 Fusion

若試較純潔之鑛質，此法極便。秤二十格蘭姆研碎鑛質，與二十格蘭姆熔料，十格蘭姆食鹽，五十格蘭姆炭淡化鉀，參合之，裝入煉罐，蓋上罐口，置於爐中（用平均熱度）熔之，約自十五至二十分鐘之久，取出傾下，冷後秤之。

(注意) 若所試之質為硫化銅鑛，則炭淡化鉀應改為二格蘭姆木炭及少許硫磺。若為養化銅鑛，則應用二十格蘭姆鑛，參十格蘭姆熔料，四格蘭姆食鹽，四格蘭姆硫磺及二格蘭姆木炭，然後熔之。

乾法試鉍，恒有損失，屢經考驗，約在百分之八左右，故試時須加入計算。

(丁) 鉍鑛之濕法考驗 Wet assay of bismuth ores

(一) 養化鑛質之考驗

法將二至五格蘭姆研細鑛粉，以硝酸化之。化後之液，蒸發至乾，浸以硫酸攪之，再蒸發至白烟散盡。冷後加水化之（應不帶濁形），如含有鉛，則為不化之硫酸鉛，過濾。濾下之液，內含有鉍，

加炭酸銻使結沉澱，再過濾。洗後乾之，將沉澱由濾紙移下。紙另燒之，燒得之灰，略加硝酸，蒸發至乾，再與沉澱相加，用強熱炙燒之。秤之，所得之重，為三氧化銻 (Bi_2O_3)，其重之百分之八九·七六七為銻。

(注意) 此法切忌用鹽酸，如用鹽酸，則沉澱中含有綠養化銻，試驗即不準確。

(二) 硫化銻質之考驗

將研細鑛粉秤出若干，以硝酸化之，所得溶液，略加硫酸，蒸發至近乾。俟冷加水至一百立方厘米，熱之，通入硫化氫，使達飽足，結出沉澱，加硫化銻熱之以去銻錫。過濾，洗後乾之，移入有蓋瓷鍋。燒至十分鐘，去蓋再燒，使之養化。或將所得硫化銻沉澱仍以硝酸化之，如有不化之質，過濾。濾下之液，加炭酸銻，使銻凝結，過濾，洗後乾之。沉澱由濾紙移下，將濾紙燒之，所得灰燼，與沉澱相加，用強熱炙燒後秤之。餘同前法。

(戊) 銻質之濕法考驗 *Wet assay of bismuth products*

秤十格爾姆含銻之質，化於硝酸。如有銻時濾之，濾下之液，參水至二百五十立方厘米，加入養輕鉀或養輕鈉以去其酸，至顯微量之沉澱（為銻及少許銅），猛攪之使沉淀至二鐘之久，（當沉澱時溶液應冷）過濾。銻質在濾斗上復以少許淡硝酸化之，加養輕銻至近去其酸，再加炭酸銻使銻再結。煮沸至五分鐘，沉淀至十二小時，然後過濾，以極淡之養輕銻洗之，至將銅洗盡為止。所得不含銅之沉

驗鑛學大意

澱，乾之，移入瓷鍋，徐徐燒之，加入數滴硝酸再燒之，俾紙灰盡去。冷後秤之，所得之重，為鉍二養三；如此則含鉍若干，即可推出。

試驗結果：

試驗	原用鉍質重	鉍二養三重	鉍之成分
一	一〇・〇	〇・〇七二九	〇・六五五
二	一〇・〇	〇・〇七四〇	〇・六六五
三	一〇・〇	〇・〇七二八	〇・六五〇
平均成分			〇・六五七

附計算法

設原用鉍質重為X格蘭姆，鉍二養三重為W格蘭姆，其中百分之八九・七為鉍，鉍之成分為P，則有式如左：

$$W \times 0.897 \times \frac{100}{X} = P$$

(B) 鉍質之比色試驗 Colour determination of bismuth products

規定液 Standard solution

將一格蘭姆鉍化於硝酸，煮去餘酸，加入五至七立方糲淡硫酸及二立方糲近飽足之鉀碘液，沸之，冷後加水至一立特。

鉍質之試驗 Assay of bismuth products

秤合鉍質二·五格蘭姆，以參半水之硝酸化之。蒸發之使餘酸化氣而去，加水至一百立方糲，將碳酸輕鈉加入，至顯微量之綠色沉澱，過濾。濾得之質洗之，再用淡養輕鈣洗之，至無銅為止。所得沉澱，以淡硫酸化之，加水至三十立方糲，加入二立方糲近飽足之鉀碘液及少許硫酸，煮之至顯棕色，量出五立方糲，與規定液比之。

試驗結果：

試驗	原用試質重	試液量	所用規定液量	鉍之成分
一	二·五	五·〇	一六·五	〇·六六
二	二·五	五·〇	一六·一	〇·六四
三	二·五	五·〇	一六·四	〇·六五
平均成分				〇·六五

附計算法

第二編 試金法

規定液之配置，一立特液中有鈹一格蘭姆，是一立方厘液中有鈹千分之一格蘭姆，則一六·三立方厘液中有鈹千分之一六·三格蘭姆。原用試質重為二·五格蘭姆，而鈹之成分，即可推得如左：

$$1\text{c.c.} = 0.001 \text{ grams Bi}$$

$$\text{h.c.} = 0.005 \text{ grams Bi}$$

$$\frac{16.3 \times 0.005}{5} = 0.0163$$

$$\frac{0.0163 \times 100}{2.5} = 0.65 \text{ per cent Bi}$$

第二章 鐵鎳鉛鋅

第一節 鐵 Iron

鐵質之應行考驗者，共有三類：

第一類 氧化鐵鑛，碳酸化鐵鑛及煉渣

第二類 硫化鐵鑛及硫化銅鐵之瑪特

第三類 鐵質如鐵網等

(十) 鐵鑛 Iron ores

(一) 磁鐵鑛 Magnetite (Fe_3O_4) —— 為鐵黑色之重鑛，重率五·五至六·五，結晶為聚

入邊體，條痕呈黑色。富有磁性，化於鹽酸，成兩種綠化鐵，能與硼砂配合，顯磁性。

(二)鉛鐵鑛 *Immanite* ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Bi}_2\text{O}_3$) —— 爲鉛灰至鐵黑色鑛，金屬光澤，多結晶形者。硬度五至六，重率四·六，爲鐵鉛之養化物。

(三)鉛鐵砂 *Taeniferous iron sand* —— 爲黑色砂，光澤甚強，係鉛鐵鑛與磁鑛之混合質。

(四)錳鐵鑛 *Franklinite* ($\text{FeZnO}(\text{MnFe})_2\text{O}_3$) —— 爲鐵黑色鑛，條痕黑棕色。係三臂鐵養化物與養化錳，及二臂鐵養化物，與養化鋅參合之質，略有磁性，並恒與紅鋅養鑛同產。

(五)赤鐵鑛 *Red hematite* (Fe_2O_3) —— 此鑛多腎形者，亦有塊形及土形者。重率由四·二至五·一，條痕呈紅色，硬度不一。

(六)鏡鐵鑛 *Specular iron ore* —— 爲赤鐵鑛之變狀結晶，恒與赤鐵鑛同產。結晶爲斜方體，或片形黑色，金屬光澤，條痕黑紅色。

(七)雲母鐵鑛 *Micaeous iron ore* —— 爲鱗片狀鑛質。

(八)棕黃鐵鑛 —— 有 *Brown hematite*, *gothite*, *limonite* *Bog iron ore* *yellow ochre* 數種，皆係鐵二養三鑛，合水多寡不一，硬度亦異，條痕呈黃色。茲再分述如次：

含水棕鐵鑛 *Turgite* —— 爲養化鐵，合水少許，色黑紅，亦有紫色者，條痕紅棕色。

環鐵鑛 *Godite* —— 含有環形結晶，爲黑棕色。

棕鐵鑛 Limonite —— 質密，爲深棕色。

蛋鐵鑛 Bog iron ore —— 質鬆，黃棕色，亦有土形者。

(九) 碳酸鐵鑛 —— 有 Siderite, anhydrite, spathic iron ore 數種，皆係碳酸化鐵鑛，爲碎形結晶。色黃白，至紅棕，極不一致，然條痕終爲白色。硬度爲四，重率三至四。用吹筒火燒於木炭，則成黑質。有磁性，能消於酸，惟熱鹽酸較易耳。

(十) 泥鐵石 Clay ironstone —— 質性極密，有土泥臭，爲碳酸鐵及泥之參合質。硬度三至四，微能消於鹽酸。

(十一) 炭鐵石 Blackband —— 爲泥鐵石與炭之參合質，黑棕色，質密，恒有環紋。
(附記) 硫化鐵鑛，亦有數種，然不宜於煉鐵，故茲不叙及。

(丑) 鐵質 Iron products

(一) 藍鐵質 Blue billy —— 爲製造硫酸時將硫化鐵鑛燒去硫質所成之養化鐵渣，色藍，質極鬆。

(二) 紫鐵質 Purple ore —— 爲濕法取銅時將硫化鐵鑛燒後所餘之鐵渣，再經水分養化作用所成者，普通多爲碎形。

(三) 烘後鐵石 Calined ironstone —— 使烘泥鐵鑛及碳酸鐵鑛所成之質。

(四) 硫鐵渣 Tap anider —— 爲砂酸化鐵，色黑藍，形如渣，並有暗金屬光澤。

(五) 硫化銅鐵質 *Copper metes* —— 有性脆者，有銅形者，有質密塊形者，為半金屬光澤。

(六) 鹽化鐵鎳質 *Nickel speiss* —— 為黃白色質，性硬而脆，為半金屬光澤。

(庚) 煉出之鐵 *Metallie iron*

(一) 生鐵 *Pig iron* —— 為鼓風爐煉出之鐵，含炭砂等雜質，形自黑灰色之粗塊結晶至銀灰色之細粒結晶不等，故有灰生鐵白生鐵之別。炭生鐵中含筆鉛炭甚多。性軟；白生鐵中含配合炭甚多，性硬而脆。

(二) 白錳鐵 *Spiegelstein* —— 結晶頗大，性硬而脆，有顯亮之金屬光澤，含錳百分之二十至二十五。

(三) 淡黃錳鐵 *Ferromanganese* —— 色微黃，性硬，含錳百分之八十至八十五。

(四) 砂錳鐵 *Silicofeisen and silicoferronanganese* —— 粗形與生鐵相似，惟光澤較白。

(五) 提淘鐵質 *Refined and washed iron* —— 為將砂提出之生鐵，含炭百分之三·五，含砂僅千分之二。

(六) 熟鐵 *Wrought iron* —— 為經過錘碾之鐵，絲形斷紋，性韌，能引長打薄。

(七) 模鐵及軟鋼 *Ingot iron and mild steel* —— 為畢士麥及西門鍋所煉之質，含炭達千分之五及少許，含砂並微量之硫磷。

(八) 鋼 Steel —— 爲鐵之一種，含炭較軟鋼甚多，而較生鐵爲少。

(卯) 鐵鑪之乾法試驗 Dry assay of iron ores

乾法試鐵，近不多用，因所得結果恒無定也。又其煉出之質，係屬生鐵，含砂炭甚多，故所得成分，亦較實在含鐵成分爲高。惟因其與冶鐵廠煉得數目，大約相同，昔曾經在英國柏克司鐵廠練習，特述其法如左：

一、煉罐之製備 Preparation of crucible

將糖汁半參以水，傾入煤粉或烟煤，使變爲泥形質，分爲數份，用模槌壓入火泥罐（罐高三寸半徑一寸八分，）至滿，然後削去其中，使爲凹形，如圖入，留心乾之。乾後倒置馬福魯爐中，覆煤粉燒之，燒時糖質分解，分出之炭，與煤粉結合，成爲罐裏。若無馬福魯爐時，罐內裝入煤粉，漸用風爐 Wind furnace 燒之。煤裏之用，不僅阻止輔助物與罐相切，亦能爲收養質，使養化鐵還原，並爲罐裏以免罐泥爲火力所損。

二、輔助物之配置 Charges

普通須用四種配置，其試料各不同，以期求得極佳之結果並極流動之煉渣。

質 名	重 量	種 名	第 一 種	第 二 種	第 三 種	第 四 種

鐵	鑛	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇
石	灰	二・五	二・〇	二・〇	四・〇
砂	養	二・五	三・〇	四・〇	一・〇

以上重量以格蘭姆為單位，如鐵鑛中含有鉛質，須加二・五至一〇格蘭姆之鈣弗石。

第一種宜於純淨之鑛含鑛渣極少者如赤鐵鑛等。

第二種宜於含泥沙之鑛如泥鐵鑛等。

第三種宜於碳酸鐵鑛，含石灰石之赤鐵鑛，並他種含養化鈣鎂錳等質較多之鑛。

第四種宜於含砂較多之鑛。

將各鑛所盛之質參勻，上置木炭一塊，蓋上罐口（蓋上用赤鐵塗記號數，）以火封泥封嚴。（封泥用一分泥，三分砂石粉，並少許髮所製者為佳，）

三、鐵錠之冶煉 Fusion for iron button

四鑛各置火磚上，以火封泥粘之，記其位置，全體乾之。乾後置於備妥之爐內，以焦炭或無烟炭圍之，將火燃着，爐內熱度漸漸加增。俟至白熱，保存此熱一點至一點半鐘之久，然後漸使敗熄，將罐提出，冷後擊開。所成之鐵錠與煉渣取出，各置於一定之地位分別秤之。其損失之重，為養化作用

所致，並可藉以知結果之佳否。秤後將煉渣由鐵錠擊下，碎之。如帶有鐵，用磁鐵吸出，加入鐵錠，再秤之，以某罐煉出之鐵最重者，即藉以推知鑛質內所含鐵之成分。

四、煉渣之表示 *Indications of slag*

- 煉渣應溶化完全，冷後略與鐵錠相粘，色灰近似玻璃，不具石形；不然即非佳者，其缺點如左：
- (一) 黑色半熔或如樹膠形之煉渣，並染有綠色，為砂養二過多之表示。
 - (二) 石形而粗或多晦暗結晶之煉渣，為鹼性質過多之表示。
 - (三) 若燒後之質略為溶化，而還原之鐵亦不團結，是為鋁二養三及砂養二不足而石灰及鎂養過多之表示。
 - (四) 若原鑛內含有他金類時，亦可由煉渣之色知之如左：

- (一) 如為藍綠色或黃綠色及棕色時，則知含錳。
- (二) 如為黑色略現脂肪形，並有寄縐紋時，則知含鉛；有時煉渣之色變藍，亦為含鉛之證。
- (三) 如為暗黑，有時具金類虹光，則知含鉻。

五、鐵錠之表示 *Indications of iron button*

將鐵錠置於薄錫片上，用槌試之。佳者當用槌擊時，略具平面。然後始裂，裂紋為灰色粒形；若鐵錠含有他質，其質性亦有變異如左：

(一) 如性硬而脆，色亦較白，則知含磷。

(二) 如性堅硬，色白易碎，不受槌擊，則知含硫。

(三) 如性硬色白，結晶甚多，筆鉛炭極微，則知含錳。

(四) 如外形光平，色灰，易與煉渣粘切，則知含鉛。

(五) 如外形極光，色亦極白如錫，性硬脆，多結晶，則知含鉻。又含鉻若多，難完全溶化，其結果為灰白色如絨之半熔質。

(六) 如質堅而韌，或含有錄，因錄在鐵中無顯明作用也。

以前四種配置，由罐煉出，冷後，察其結果之最佳者，照法複試之，所得含鐵成分，不應有百分之〇·五之差別。

(辰) 鐵鑛之濕法試驗 Wet assay of iron ores

鐵鑛試驗，普通所用者，只有二法，其異點即在所用試驗之質料與溶鑛之酸而已。

(一) 以雙鉻酸化鉀試驗法 Titration with potassium dichromate —— 此法之創，基於養化二臂鐵鹽為三臂鐵鹽，由用養化劑之多寡，以推算含鐵之成分。其所用養化劑，即雙鉻酸化鉀也。

規定液 Standard solution

將純雙鉻酸化鉀鹽秤出八·七七格蘭姆，以水化之，加水至二立特，貯藏於蓋密之瓶中。

第二編 試金法

驗鐵學大意

一七四

指標液 Test solution

將黃鉀鐵炭淡雙鹽秤出十分之一格蘭姆，以一百五十立方厘水化之。

規定液之試驗 Standardization

將十分之三及十分之四格蘭姆淨鐵 *Pure* 絲碾為薄片，秤出數份，分置於小圓口弗拉司克盃內，如十立方厘半參水之鹽酸。旋於盃上安置漏斗，徐徐加熱，至作用畢，溶液平靜為止。此時之液，應為無色，若現黃色須加純鉍數小塊以去之。當溶液為無色時，參以沸蒸溜水，傾入大瓷鍋內。此時應注意切勿將鉍塊移入，但須將洗鉍塊之水，亦傾入瓷鍋之內冷之。溶液積量不可少於三百立方厘，再加十立方厘鹽酸，然後由百立方厘之滴管將規定而漸漸滴入，至試驗之溶液，滴於瓷板之上，與指標藥相遇而成藍色時為止。試驗之液，宜時為綠色，若現棕色，須添加鹽酸。試驗畢，將結果列表式，推出規定液之力。普通 *pure* 鐵絲，恒含百分之〇·四雜質在內，算時應計入。若鐵中含炭太多，宜於試液內加數滴過錳酸化鉀液，至黃點現時為止。然後再加純鉍，參沸水洗之，冷之，如前所云。若係純鐵，此番手續，即可免去。茲將其化學程式及試驗結果分列於次：



試驗規定液之結果

試驗	淨鐵之量 (以格蘭姆計)	規定液 (以立方厘米計)
一	〇・四	七九・〇〇
二	〇・四	七九・一〇
三	〇・四	七九・〇〇
平均		七九・〇三

因〇・四格蘭姆淨鐵需七九・〇三立方厘米規定液，則一立方厘米規定液即可與〇・〇〇五〇五格蘭姆淨鐵相抵。

不含鉛鐵礦之試驗

試驗之鐵礦，須研為極細粉末，使過八十嗎噠細羅。秤出數份（如礦含鐵多時，每份半格蘭姆；含鐵少時，每份一格蘭姆。）分移於小口圓盆內，口上插以漏斗，加濃鹽酸十立方厘米，置於熱鐵板上煮之。至溶液為無色，除剩物成白色時，加三十立方厘米水，并加入銻塊熱之，使配合所生之溶液變為無色為止。移入瓷鍋，加十立方厘米鹽酸，滴入規定液，試之如前。

試驗鑛質之結果

第二編 試金法

驗鑛學大意

(甲)黃鐵鑛 Limonite

試 驗	鐵 鑛 量 (以格蘭姆計)	規 定 液 (以立方糵計)
一	〇・五	二七・九
二	〇・五	二七・八
三	〇・五	二七・六

由規定液之試驗，一立方糵規定液可與〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，則試驗一之二七・九立方糵液，即可與二七・九乘〇〇・〇五〇五相抵，鐵之成分，應為百分之二八・一八；試驗二之二七・八立方糵液，即可與二七・八乘〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，鐵之成分應為百分之二八・〇〇；試驗三之二七・六立方糵液，即可與二七・六乘〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，鐵之成分應為百分之二七・九二；故其平均成分即可定為百分之二七・九九。

(乙)泥鐵鑛 Clay ironstone

試 驗	鐵 鑛 量 (以格蘭姆計)	規 定 液 (以立方糵計)
一	〇・五	三七・八
二	〇・五	三七・九

由規定液之試驗，一立方糵規定液可與〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，則試驗一之三七・八立方糵液，即可與三七・八乘〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，鐵之成分應為百之三七・九；試驗二之三七・九立方糵液即可與三七・九乘〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，鐵之成分應為百之三七・九四；故其平均成分，即可定為百之三七・九二。

(丙) 黑鐵鑛 Black band

此鑛恒含生物質，若不設法除去，則於試驗之進行大有妨害。茲將去生物質之法及試驗結果分別列下：

第一法，如鉀綠養三於鑛質既溶之後，其試驗之結果如下：

試	驗	鑛質重 (以格蘭姆計)	規定液 (以立方糵計)
一		〇・五	三六・一
二		〇・五	三五・八

由規定液之試驗，一立方糵規定液可與〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，則試驗一之三六・一立方糵液，即可與三六・一乘〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，鐵之成分應為百之三六・四；試驗二之三五・九立方糵液，即可與三五・九乘〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，鐵之成分應為百之三六・三；

故其平均成分，即可定為百分之三六·三五。

第二法，於鑛質秤定之後，先置於瓷盆內，燒至十五分鐘之久以去其生物質，然後再用鹽酸化之

試	驗	鑛質量 (以格蘭姆計)	規定液 (以立方浬計)
一		〇·五	三七·〇
二		〇·五	三七·一

由規定液試驗，一立方浬規定液可與〇·〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，則試驗一之三七·〇立方浬液，即可與三七·〇乘〇·〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，鐵之成分應為百分之三七·四；試驗二之三七·一立方浬液即可與三七·一乘〇·〇〇五〇五格蘭姆相抵，鐵之成分應為百分之三七·四五；故其平均成分，即可定為百分之三七·四三。

以上二法，依著者之意，似以第二法為最便，且所得之結果亦較佳。

含鉛鐵鑛之試驗

含鉛之鑛，不易化於酸中，故鐵鑛中如含有鉛，即煮之時久，亦難完全溶化。法先將鑛質研於瑪瑙盆中，使成極細之粉。秤出半格蘭姆，與四格蘭姆硫酸化輕鉀參和，放入金鍋或鉛鍋之中，以暗紅

熱燒至二十分鐘，至完全溶化爲止。冷之，由鍋中取出，以水化之，加數滴鹽酸，移於大玻璃瓶內，加水至二百立方厘。因含鉛之故，用鋅還原，概屬無效，然此可用弱硫酸化鈉之結晶代之，漸漸加入，俟溶液有硫酸二之臭味時，徐徐熱之，至溶液變爲無色時，鐵即完全還原。再加少許鹽酸，沸之，俟二氯化硫氣由此含酸之溶液遁散，然後傾入瓷鍋中，加十立方厘鹽酸，滴入規定液試之如前。養化鉛之沉澱，雖在溶液之中，而於試驗則無妨害。

試鑛質結果：

(甲) 鉛鐵鑛 *Imenite*

試	驗	鑛質量 (以格蘭姆計)	規定液 (以立方厘計)
一		〇・五	四〇・六
二		〇・五	四〇・〇

由規定液試驗，一立方厘規定液可與〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，則試驗一之四〇・六立方厘液，即可與四〇・六乘〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，鐵之成分應爲百分之四一・〇；試驗二之四〇立方厘液，即可與四〇乘〇・〇〇五〇五格蘭姆鐵相抵，鐵之成分應爲百分之四〇・四；故其平均成分，即可定爲百分之四〇・七。

(附記) 如不含鉛質之鑛，而質性堅密難用平常之法以熔化者，有時亦用硫酸化輕鉀熔之，但還原劑則仍用銻塊，不用弱硫酸化鈉。

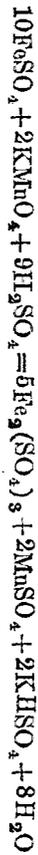
(二) 以過錳酸化鉀試驗法 Titration with potassium permanganate —— 此法係以過錳酸化鉀養化二臂鐵鹽為三臂鐵鹽，由用此質之多寡，即可推出含鐵之成分。

規定液 Standard solution

將五·六四格蘭姆過錳酸化鉀鹽用二立特水化之，貯於有蓋之瓶中。

規定液及鑛質之試驗 Standardization and assay of ore

此與鉻酸化鉀之試驗法處處相同，惟所用之酸為淡硫酸，至鹽酸則忌用之。又不用指標液，以規定液滴入試驗液中，一現紅色，試驗即終。其化學程式及試驗結果如下：



試驗規定液之結果

試	驗	淨鐵之量(為格蘭姆計)	規定液(以立方厘計)
一		〇·五	一〇〇·二〇
二		〇·五	一〇〇·三〇

三	〇・五	一〇〇・五〇
平均		一〇〇・三三

因〇・五格蘭姆淨鐵需一〇〇・三三立方厘米規定液，則一立方厘米規定液即可與〇・〇〇四九格蘭姆淨鐵相抵。

試驗鑛質之結果

(甲)紅鐵鑛 Hematite

試驗	鑛質量 (以格蘭姆計)	規定液 (以立方厘米計)
一	〇・五	六九・二
二	〇・五	六九・〇
三	〇・五	六九・〇

由規定液之試驗，一立方厘米規定液可與〇・〇〇四九格蘭姆鐵相抵，則試驗一之六九・二立方厘米規定液，即可與六九・二乘〇・〇〇四九格蘭姆鐵相抵；試驗二及三之六九立方厘米規定液，即可與六九乘〇・〇〇四九格蘭姆相抵；原用鑛質爲〇・五格蘭姆，故鐵之成分，即可定爲百分之六八・五三

(乙) 鉛鐵鑛 Iminite

試 驗	鑛 質 量 (以格蘭姆計)	規 定 液 (以立方浬計)
一	〇・五	四二・〇
二	〇・五	四二・二

由規定液之試驗，一立方浬規定液可與〇・〇〇四九格蘭姆鐵相抵，則試驗一之四二立方浬液，即可與四二乘〇・〇〇四九格蘭姆鐵相抵；試驗二之四二・二立方浬液，即可與四二・二乘〇・〇〇四九格蘭姆鐵相抵；原用鑛質爲〇・五格蘭姆，故鐵之成分，即可定爲百分之四一・二三。

(巳) 鐵之比色試法 Colour determination for iron

此法宜於試含鐵成分極微之質如銅鋅合金等，其法如左：

規定液 Standard solution

秤十分之七格蘭姆硫酸化二臂鐵銨鹽，以水化之，加少許硝酸，并加過錳酸化鉀，使之養化二臂鐵爲三臂鐵，至顯淡紅色爲止。沸之，參水至二百五十立方浬。

鐵質之試驗

秤質一格蘭姆，以鹽酸化之。沸之，加過錳酸鉀，使之養化爲三臂鐵如前。再沸之，加三立方

糶硝酸，二十立方糶百分之十之銻炭淡硫液。此時之色，即變為紅色，參水至二百五十立方糶。取二
 酒思郎比色管，一置五十立方糶試液，一置四十立方糶水及五至八立方糶銻炭淡硫液，再由度管將規
 定液滴入，至二比色管之色相同為止。

試驗結果：

試驗	原用鐵質重	試液量	所用試液量	所用規定液	鐵之成分
一	一〇〇	二五〇〇	五〇〇	二・八	〇・五七
二	一〇〇	二五〇〇	五〇〇	二・八	〇・五七
三	一〇〇	二五〇〇	五〇〇	二・九	〇・五八
平均					〇・五七

附計算法

規定液之配置——二百五十立方糶液中，有硫酸二臂鐵銻鹽十分之七格蘭姆，即有鐵十分之一格
 蘭姆，故一立方糶液中有〇・〇〇〇四格蘭姆鐵，所用二・八五規定液中，應有二八五乘〇・〇〇
 四，等於〇・〇〇一一四格蘭姆鐵。又所用試液為五十立方糶，為全液二百五十立方糶之五分之一，
 故〇・〇〇一一四乘五等於〇・〇〇五七格蘭姆鐵。原用鐵質重為一格蘭姆，則鐵之成分，即可以式

推得如左：

$$\frac{0.0057 \times 100}{1} = 0.57 \text{ per cent Fe.}$$

(午) 硫化鐵鑛中硫之試驗 *Determination of sulphur in pyritic iron ore*

鐵硫二鑛，產處極多，恒用以取硫及製造硫酸之用，故宜試其含硫之成分。試法極夥，其簡明而最便於用者，厥惟下述之二法：

鉞綠二規定液 *Standard solution of barium chloride*

將三二·五格蘭姆無水之鉞綠二，或三八·一一格蘭姆結晶之鉞綠二，化於一立特淨水中。此液每一立方漚，等於〇·〇〇五格蘭姆硫磺。

硫酸鈉規定液 *Standard solution of sodium sulphate*

將五〇·三二格蘭姆硫酸鈉結晶 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 化於一立特淨水內。將鐵硫二鑛研為細粉，秤出一格蘭姆，置小口玻盃內，加以濃硝酸，漸漸加熱，數分鐘之久，再加鹽酸，熱之至化盡為止。蒸發使乾，并使硝酸化物完全分解。盃內剩質，浸以鹽酸，熱之。至全成溶質時，加蒸溜水以全體達一百二十立方漚為度。此時加入養輕鈣，至變為近中立性，熱之至沸，加入鉞綠二之規定液，至不再凝結白色沉澱為止。其末點之試驗，係將澄清試液，另裝入一試筒之內，滴入鉞綠二規定液，若現沉澱，須歸入總液複試之，搖之，再加鉞綠二液，如此數次，至不再現沉澱為止。

若銀綠二液加之過多，可加硫酸鈉規定液使之退回，因此中所含之硫，恰與銀綠二液相等也。退回之後，末點試驗，與前相同。或加此液五立方厘，再漸滴銀綠二亦可。

計算之時，應由所用銀綠之總量，將碳酸鈉之量減去。若將鑛質用養化劑鎔後，以三百至四百立方厘水化之，加十格蘭姆醋酸鈉定質，再加十立方厘醋酸沸之。加銀綠二液試之，則更為相宜。

硫鑛之考驗

秤研碎之鑛質一格蘭姆，置於鑲鍋中，參加六格蘭姆二養化鈉 Na_2O 。置馬福爐中熔之。（先將四格蘭姆二養化鈉熔鍋中冷之，將鑛加入，復加二格蘭姆二化鈉再熔。）俟熔清後，取出冷之，以熱水化之，（化時勿使過多，恐礙試驗，）參以鹽酸。如液中有餘渣過濃，參以養輕鈣，使恰去其酸，略加少許鹽酸沸之。於此沸液加入百分之五十銀綠二冷液，煮之過濾，濾得之質，為硫酸化銀，其中百分之一三·七三為硫。

試驗結果：

試驗	原用硫鑛重	硫酸銀重	鑛中含硫之成分
一	一·〇	〇·三三八四	四·六五
二	一·〇	〇·三三七四	四·六三

三	一・〇	〇・三三七六	四・六四
平均			四・六四

附計算法

設原用硫鑛重為X格蘭姆，硫酸鎂重為W格蘭姆，其中百分之二三・七三為硫，硫之成分為P，則其式如左：

$$W \times 0.1373 \times \frac{100}{X} = P$$

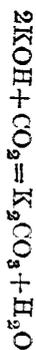
(志)生鐵中總炭之考驗 Determination of total carbon in cast iron

此法本於燃燒，使炭質悉變化為炭養二氣，收於養輕鉀中。由所用試質及所得炭養二之多寡，炭之成分，即可推出。

鋼中所含之炭均為配合炭，考驗之時，如有標準鋼時，前述比色之法，即甚適用。如無標準鋼或所試之質為生鐵，則比色一法，即不適用，因生鐵中之炭，分配合筆鉛二種，統名曰總炭。考驗總炭，燃燒法極為相宜。如用燃燒法求出總炭，用比色法求出配合炭，二者相減，即得筆鉛炭，殊甚便也。

鐵質之用此法考驗者，不宜含有油質，且以碎末為宜。將此碎末不帶油質之鐵粉，秤出一至五格蘭姆，置於小火泥碟中，上蓋以鎂養，（此種碟用時須先燒之，並須擊破考驗其適用與否。）放入特

製之火泥管。(放時須留心，勿使洩出，鑊養用時，宜先在大熱度燒之，使不帶炭酸化合物並生物質，) 火泥管中另置一碟，內放黑色養化銅。將此全管安置小火爐內，(圖九)管之兩端，露出爐外少許，並將鈣綠二及已知重量之養輕鉀，各置帶球玻璃管中(養輕鉀連管秤之)連於爐之一端，其他端連貯養氣筒，並淨氣乾氣各儀器，連接如圖。連接妥後，將爐火燃着，火泥管燒至亮紅熱時，約在攝表九百至一千度。開養氣筒送入養氣，使經過燒紅之管，約半點鐘之久，即與鐵質中之炭配合為炭養二氣。恐養氣不足，有炭養發生，用銅養之養以配之。所成之炭養二氣，悉被養輕鉀所收，化式如左。



當作用畢後，關閉養氣筒，停止養氣放入，歇去爐火，開各連管，將養輕鉀玻璃管秤之。俟火泥管冷後，將碟由爐取出，擊碎驗之。若試驗得法，則碟中之鐵，必全行溶化。若現紅色，并不完全溶化時，即為試驗不適之證。

含炭較低之鋼，不多用此法試驗。又銅養非必須之品，但用之為有益無損耳。

此法最宜於考驗砂鐵鉻鐵及其他難溶化之質。又鉻酸化鉛，恒用之以代鎂養。

圖中之A管，試前秤之，試後秤之，所增之重，即其所收炭養二氣之重。由炭養二之重，炭之成分，即可推得。

試驗結果：

試驗	原用生鐵重	管試前重	管試後重	炭養二重	炭之成分
一	三・〇	一三・七六二五	一三・三六二	〇・四〇〇五	三・六四
二	三・〇	一四・五四二三	一四・一三五二	〇・四〇七一	三・七〇
三	三・〇	一三・六八〇六	一三・二八二五	〇・三九八一	三・六二
平均					三・六五

附計算法

設原用生鐵重為X格蘭姆，所得炭養二重為W格蘭姆，炭之成分為P，則其式如左：

$$W \times \frac{12}{44} \times \frac{100}{X} = P$$

(申) 鐵中含磷之試驗 Determination of phosphorus in iron.

定鐵鑛之磷所用標準溶液之配製。

- (1) 苛性鈉溶液之配製——稱定純粹苛性鈉四格蘭姆，溶化於蒸溜水，作成一千立方櫃 1000c.c.
- (2) 硝酸溶液之配製——稱定純硝酸六・三格蘭姆，加水作成一千立方櫃 1000c.c.

硝酸溶液及苛性鈉液之較準法——先將此定量之硝酸溶液入玻璃滴管中後，再用十或二十立方櫃容積之玻璃吸管吸取定量之苛性鈉溶液十或二十立方櫃。入玻璃杯中，加指示藥(即 Phenolphthalein)

數滴，至變紅色爲度。然後將滴管中之硝酸溶液，徐徐滴入，（此時宜將玻璃杯振動之，取其均勻故也）滴至紅色退盡後，再行視滴管中用去硝酸溶液若干立方厘，是否與玻璃杯中定之量苛性鈉溶液相等，如不相等，可以兩種溶液或稀或濃而處理之。

說明——如玻璃杯中之苛性鈉溶液十立方厘所用之硝酸溶液亦爲十立方厘，則兩液之中和作用相等矣。簡言之，其硝酸溶液與苛性鈉溶液非兩兩相同不可，否則以減算法改算之亦可。但算時甚繁，不如作成相等量爲計算用時之便利也。

用銹磷酸鉍規定苛性鈉溶液法——取銹磷酸鉍黃色粉末 Ammonium phosphomolybdate 稱準〇・二格蘭姆，（用精天秤稱，）置玻璃杯中，加入定量之苛性鈉液，使銹磷酸鉍溶解後，用前項硝酸液，滴回其過量苛性鈉液。如圖十，A管中盛以苛性鈉液，B管中盛以硝酸液。如是安置既畢，然後稱定〇・二格蘭姆之黃色銹磷酸鉍粉末，置C杯中，加蒸溜水約二十至三十立方厘振盪之。然後苛性鈉液滴入，至銹磷酸鉍溶解爲止。如是再滴入指示藥 Phenolphthalein 溶液二三點，即變紅色。然後滴入硝酸液較準之，以退去紅色爲度，以用去若干硝酸液，即知苛性鈉液尚餘之量，其溶解銹磷酸鉍所用之苛性鈉液比例之，即得每立方厘苛性鈉液，與磷相當之量。

試驗計算法：

如取〇・二格蘭姆 $(\text{NH}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot \text{M}_2\text{O}_3$ ，加入二〇立方厘 NaOH ，使其溶化後，用〇立方厘

HNO₃，即知無過量之 NaOH 液存在，例如：



$$1877.24 \quad : 0.2 = 31 : X$$

$$X = \frac{31 \times 0.2}{1877.24} = 0.003302 \text{ gm P}$$

$$\therefore 1cc. NaOH = 0.000160 \text{ gm P}$$

定鐵鑛中之磷法——取鑛石粉末三格蘭姆，置玻璃杯中。加水（即 30cc. HCl + 10cc. HNO₃）後，加熱煮沸蒸乾，至無鹽酸爲止。俟涼，再稍加鹽酸，使其溶解。稀釋之過濾，將濾液蒸至約十立方吋時，再加阿母尼亞水，使其沉澱後，再加硝酸溶解之，後加鉍酸錳液五十立方吋，加熱。但此時熱度，不得過攝氏表六十度，故其時加熱之火宜小。約熱一小時之久，取下過濾，濾後先用百分之二稀硝酸，洗沉澱三四次，再用百分之二稀硝酸鉀液，再洗數次。取下，將濾紙並沉澱一併置玻璃杯中，加水五十立方吋。至濾紙溶化，將成糊狀，以標準 NaOH 液滴入。至黃色洗盡，計其用去若干立方吋，然後加二三點指示藥 phenolphthalein。變紅色後，再用標準硝酸液較準之，以紅色退盡爲止。其用去若干立方吋亦計之，而與苛性鈉液用去數相減後，將尚餘數計算之即得。

試驗計算法：

例如用 NaOH 五立方吋，HNO₃ 三立方吋，二者相減，即爲二立方吋。

因一立方呎 H_2O 液，能調和 0.000160 格蘭姆燐，今用去二立方呎 NaOH 液，即能調和 0.00032 格蘭姆燐，所以

$$3 : 100 = 0.00032 : X$$

$$X = \frac{0.00032 \times 100}{3} = 0.0106\% \text{ P}$$

(西) 結論

吾國言富源者，每以鐵鑛自豪，其根據有二：(一)震於外國學者李希霍芬氏等之說，如謂山西一省，已可供世界數千年之用；實則該氏等調查，為時已越五六十年，當時眼光與現今鑛業程度，已多不符。山西等鑛分佈雖廣，而鑛層甚薄，斷續無常，適用於土法之小辦者，未必即合乎新法之大採，此拘泥舊說之有所未當也。(二)眩於歐戰時代一時需鐵之殷，日本鐵業，殆有完全仰給我之勢；然與他國比較言之，中國鐵鑛實非甚富。據萬國地質學會調查之結果，美國有上等鑛石儲量四千二百兆噸，英國一千三百兆噸，德國三千六百兆噸，(德法二國指亞爾薩斯羅倫未割還以前而言)而中國上等鑛石易於開採者，就今所知，不過在四百兆至五百兆噸之間。以中國幅員之大，人口之衆，將來工業發達，需鐵正殷，以此自給，猶虞不足。例如美國平均每人每年用鐵 0.25 噸，以此例計，中國四百兆人，每年應需鐵一百兆噸，即合鐵鑛二百兆噸，全國儲量不足三年之用，而詎敢侈言供給全球至數百年千年之久？雖然，有不可自餒者，世界鐵量分佈雖廣，而大量之鑛，究屬何多。歐美二洲最大

鐵鑛，皆在大西洋兩岸，而太平洋沿岸，則鐵鑛極爲缺乏，亞東諸國，缺鐵尤甚。日本可採鐵鑛，僅六十兆噸，朝鮮一百十兆噸，澳洲一百三十兆噸，而中國東部舟車易達之地，可採鑛量已在四百兆噸以上，在太平洋沿岸，已屬首屈一指，加之人工之廉，煤焦之富，尤非他國所可幾及。故中國鐵鑛以言供給全球之用，誠不克當，然就上述情形觀之，實爲太平洋沿岸鐵業發展最相宜之地。國人於此宜知（一）儲量並不過多，必須珍惜而護持之；（二）有種種之鐵業必要之特別便利，應盡人力以利用之，庶無負此天產之富源也。

第二節 鎳及鈷 *Nickel and cobalt*

此二金類產於同一鑛質及一金質者頗多，但通常恒係各產，其應注意者如下：

(一) 含鎳鈷鑛 *Ores of nickel and cobalt*

(甲) 硫化鎳變化鑛及鹽酸化鑛

(乙) 矽酸化鎳變化鑛及碳酸化鑛

(二) 硫化金屬質及鹽化金屬質 *Sulfides and salts*

(三) 粗銅 *Blister copper*

(四) 煉渣 *Slags and smalts*

(五) 池液 *Unt liquors*

(C) 合金 Alloys

(A) 鎳礦 Ores of nickel

(一) 銅鎳礦 Kupfernickel (NiAs) —— 此礦與銅相似，故有此名。淡銅色，棕黑條痕。性脆，硬度五至五·五，重率七·三至七·六。爲靈化鎳，純者含鎳百分之四四·一，恒含少許之鐵銻銻硫等質。能化於王酸，用吹筒火燒於木炭，發白靈烟，餘則熔爲渣丸。在硼砂珠上用給養火燒之，現鐵銻鎳之反應，其珠先爲黃色，漸變綠及藍，最後爲黑棕色。

(二) 錫鎳礦 Cheonithite (NiAs₂) —— 此礦與錫相似，故有此名。色白如錫，灰黑條痕。硬度五·五至六，重率六·四至六·七。爲二靈化鎳，恒含若干銻。吹筒火上反應，同銅鎳礦。

(三) 銻鎳礦 Antimonial Nickel —— 此礦與銅鎳礦相似，恒含鉛質。

(四) 硫化鎳礦 Miderite capillary pyrites —— 色似黃銅，間有斜方結晶，裂紋甚完備，但絲形結晶頗多。結晶邊上，每受養化作用，變爲菓綠色。性脆，硬度三至三·五，(與硫化銅鐵等礦有別)，重率四·五至五·六。純者含鎳百分之六四·九，並含鐵銅銻少許。

(五) 碳酸鎳礦 Mineral nickel —— 此礦外形爲美觀之綠色，含有水分，淡綠條痕。硬度三至三·二五，重率二·五至二·六。恒與鉻鐵礦及蛭紋石同產。能化於鹽酸，燒時現鎳之反應。

(六) 靈酸鎳礦 Annabergite —— 此礦係根性，外體恒帶靈鎳。礦色菓綠，性軟。

(七) 矽酸鎳鑛 *Garnierite* —— 爲綠色鑛，色深淺無定。滑石光澤，性似土。硬度二至三。五，重率二·三至二·八。每因含養輕化鐵，其綠色不顯。恒含有鐵，並與蛇紋石及皂石同產。珠上，顯鏤之反應。

(八) 其他含鏤鑛，爲磁性硫化鐵 *Iron pyrite*，硫化銅鐵 *Chalcopyrite*，及鐵鏤硫鑛 *Misickel*。其最著名之鏤鑛，在坎拿大爲 *Tyransoine*，惟含鏤成分不多。

(B) 鈷鑛 *Ores of cobalt*

(一) 靈化鈷鑛 *Smailine* —— 此爲錫白至鋼灰色鑛，多爲塊形，結晶者極少，正方結晶，易生鏽變爲紫色。金屬光澤，條痕灰黑色。性脆，硬度五·五至六，重率六·四至七·二。純者含鈷百分之二十六，但恆易以鏤鐵，故含鈷達百分之二十三者甚鮮。並爲稀少鑛質，以吹筒火燒之發鏤烟，所餘之渣丸，用給養火燒於礪砂珠上，以次現鐵鏤之反應。燒於窄試筒，有鏤鏡之凝結。

(二) 硫靈化鈷鑛 *Cobaltine* —— 此與靈化鈷鑛相似，惟燒於窄試筒，不顯鏤鏡。

(三) 紅鈷鑛 *Cobalt-bloom* —— 爲帶水之靈化鈷鑛，桃紅色。有結晶形者，有殼形者，其結晶形之裂紋頗完全。硬度一·五至二，重率二·九五。能化於鹽酸，燒於礪砂珠爲藍色。

(四) 黑鈷鑛 *Asbolan* —— 爲土形黑色鑛，係養化鈷及養化錳銅等之複雜質。

(五) 其他含鈷鑛 —— 鈷與鏤相似，在他鑛中亦多含有少許。

(C) 硫化金質 *Mattes*

爲冶銅冶鎳時所成之質，含銅鎳自百分之一至百分之五十，有時或多於此數。

(D) 鑿化金質 *Speiss*

爲鑿化鎳及鈷由銅鑛分鎳鈷時，及冶鑿鑛時，每得此質，鎳鈷之外，尙含銅鐵。

(E) 藍煉渣 *Smalts*

爲藍色砂酸化鈷，製造染料時，恆得此質。

(F) 池液 *Vat liquors*

電解純銅所得之液，每含鎳鈷，因二金含於粗銅之中，粗銅化解凝結後，鎳鈷存於液中。

(G) 合金 *Alloys*

德國銀，白銅，鎳鋼，三質，恆含鎳鈷，爲試金家通常所注意者。

(H) 鎳鑛之乾法考驗 *Dry assay of nickel ores.*

多種金屬如鎳鈷銅並若干鐵，能與鑿配爲鑿化物之 *matte*。此鑿化物溶化於空氣中，鑿化鐵先養化而去，鐵將去盡，鑿化鈷繼之，鈷將去盡，鑿化鎳又繼之，鐵鈷鎳受養化以後，均歸入煉渣之中，銅爲最後去之質，然須與礪砂同熔，始生以上變化，此卽此法之根據也。其法如下：

(一) 鑛質之溶化 *Fusion of ore*

第二編 試金法

將研細之鑛粉，秤出五格蘭姆，傾入烘燒盆，置馬福爐中焙燒之。加入無烟炭粉再燒，然後與三至五格蘭姆鑛參合，移入泥鍋，用暗紅熱燒之，至無鑛烟發出為度，約需時十五分鐘。取出泥鍋，參入炭酸鈉二十格蘭姆，麪粉五格蘭姆，熔化硼砂二格蘭姆，置入風爐中。升爐之熱，使鍋內之物熔為透明液質。傾出冷後，將所成之鑛化質，取出秤之，秤後分出一格蘭姆。

(一) 鑛化質之煨燒 *Scorification of Speiss*

取一煨燒盆，在馬福爐中燒至亮紅熱，加入一格蘭姆半玻形硼砂。熔化之後，將秤出之一格蘭姆鑛化質放入閉馬福爐門，使鑛化質立即溶化。鑛化鐵先受氧化，鐵去盡時，熔錠面呈光亮，將鍋由爐提出，一俟凝結即浸入水中。硼砂時應略現藍色，秤之，失去之重，即為鑛化鐵。秤後之錠，置入另一盃，再煨燒之如前。惟此次所加之硼砂，較初次為少。燒後冷之，質面現綠色時，即為鑛質初經氧化之證。冷後分出秤之如前，失去之重，為鑛化鈷。若鑛中不含銅質，則所餘之錠，即為鑛化鎳矣。以此鑛化鎳重乘 0.607 ，即得鎳重。復以鑛化鈷重乘 0.615 ，即得鈷重。

(二) 鎳質成分之計算 *Calculation of nickel per cent*

設原用鑛質為五格蘭姆，熔得鑛化質為 3.3 格蘭姆，所用鑛化質重為 1.1 格蘭姆，熔得鑛化鎳重為 0.8 格蘭姆，則其式如左：

$$0.8 \times 0.007 = 0.4856 \text{ gram Ni}$$

0.4856 × 3.341.1 = 1.456 gr. m Ni

此為由五格蘭姆鑛中所得之鎳，而每百分中含鎳之成分，應為二九·一二。

(四) 含銅鎳質之處理 Treatment of ore contains copper

如鑛質中原含有銅時，試法較繁。用前法煅得鎳化鎳時，銅亦在內。法將半格蘭姆純金與鎳化鎳銅，同置入煅燒盆中，加入硼砂如前，煅燒於馬福爐中。至現藍綠色之金銅合金，取出冷後秤之。秤得之重，減去金重，即為鑛中之銅重。將此銅之重，用一·二九五乘之，則得鎳化銅 Cu_2As 重。將此再由鎳化銅鎳原重減去，即鎳化鎳之重也。

(五) 試驗結果之記載 Statement of result

溶化時所用鑛質重	格蘭姆
所得鎳化質重	格蘭姆
煅燒時所用鎳化質重	格蘭姆
鎳化鎳及銅共重	格蘭姆
鎳化鎳及銅共重	格蘭姆
所加入金重	格蘭姆
所得金及銅合金重	格蘭姆

鈷之成分	百分率.....
鎳之成分	百分率.....
銅之成分	百分率.....

(I) 鎳鑛之濕法考驗 *Wet assay of nickel ores*

硫化銅鐵等鑛，或硫化金屬等質中，如含有鎳，用此法極為便利，故特述如左：

將試質研為細粉，秤出二至五格蘭姆，以王酸化之。蒸發至乾，再以鹽酸化之。通過硫化氫，將銅及其他金屬類結為沉澱。過濾後洗之，濾下之液，煮之以逐去硫化氫氣。其中之鐵，業經硝酸所養化，加入含十格蘭姆磷酸銹鹽之濃液，再加醋酸銹以結鐵。此時液中應含醋酸若干，將鐵之沉澱過濾，以淡醋酸洗之。濾下之液，加熱至沸，略多加養輕細液，再沸之，至無養輕銹味為度。此時之鎳結為磷酸化物之鎳磷酸四，過濾洗之。用弱淡硫酸或淡硝酸化之。所得之液，用電解法試之如前。

(J) 鎳質之考驗 *Assay of nickel*

此法根於鎳質與炭淡鉀之作用，需用炭淡鉀之多寡，由硝酸銀考知之，為英人司米斯所創，極宜於試含鎳成分較低之合金，故特述之。

試液之預備 *Preparation of solutions*

(一) 硝酸化銀液——秤五·七九格蘭姆硝酸化銀，以一立特水化之，貯於瓶中。硝酸銀須秤準，水

之溫度，宜在攝表十五度。

(二) 炭淡鉀液——秤八格蘭姆炭淡鉀，以一立特水化之，貯於另一瓶中。

(三) 碘化鉀液——秤四格蘭姆碘化鉀，化於半立特水中。

(四) 養輕銻液——以一份養輕銻，參五份淨水。

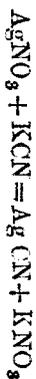
試液之規定 *Standardization*

第一之硝化銀液，試力不變，每立方櫃此液，可抵千分之一格蘭姆錄。將第二之炭淡鉀液，由度管量出二十立方櫃，加以第三之碘化鉀液五立方櫃，第四之養輕銻液三十立方櫃，並硫酸銻鹽二格蘭姆，參水至二百立方櫃。然後將硝酸銀由度管加入，至液中發見白色如霧之沉澱為止，再滴入炭淡鉀以清之。

規定液之計算 *Calculation*

設原用炭淡鉀液為二十立方櫃，加入二十一立方櫃硝酸銀液，即生白色如霧之沉澱，復用十分之六立方櫃炭淡鉀消之。是知二〇·六立方櫃炭淡鉀液，可與一二立方櫃硝酸銀液相抵，則每二〇·六立方櫃炭淡鉀液中，應加入〇·四立方櫃水，使兩液等量。

若炭淡鉀液為四一二立方櫃，須加入八立方櫃水，使其液恰相等。其化式如左：



試驗結果：

試 驗	硝酸化銀液	炭 淡 化 鉀 液	應 參 水 量	兩 液 相 較
一	二一·五	一二·〇 <small>內·六爲 清液之用</small>	少許	一比一
二	二〇·〇	一九·九 <small>內·六爲 清液之用</small>	少許	一比一

含鎳質之考驗 Assay of metal

秤一格蘭姆含鎳質，(鎳鋼)以十五立方糲鹽酸，及十立方糲硝酸化之。煮至近乾，再用熱水化之，移於五百立方糲容量之度數盃中，參入養輕錳，恰去其酸，並顯三臂養輕鐵之沉澱。然後由他度管將炭淡鉀液加入五十立方糲，將養輕液加入六十立方糲。振搖之，參水至度管記號，使其量恰爲五百立方糲。用乾濾紙過濾，濾下之液，傾入二百五十立方糲之度盃中，亦至記號，使恰爲全液之半。移入玻盃，加入五立方糲碘化鉀液，二格蘭姆硫酸化錳，再加水至四百立方糲，滴入硝酸化銀液，如前，俟生白霧，再用炭淡鉀液清之。化式如左：



試質成分之計算 Calculation

設原用炭淡鉀液五十立方糎，加入二十一立方糎硝酸銀液，即生白色如霧之沉澱，復用十分之八炭淡鉀液消之，則其式如左：

$$50 + 2 \times 0.8 = 51.6$$

$$21 \times 2 + \frac{21}{100} = 43.1$$

$$51.6 - 43.1 = 8.5$$

又因每立方糎硝酸銀液，可與千分之一格蘭姆鎳相抵，而所試含鎳質為一格蘭姆，則鎳之成分，又可計算如左：

$$8.5 \times 0.001 \times 100 = 0.85 \text{ per cent}$$

試驗結果表：

試驗	原用鎳鋼重	炭淡鉀液量	硝酸銀液量	用以消沉澱之炭淡鉀量	鎳之成分
一	一〇〇	五〇〇〇	一〇〇二	三〇一	三〇四七
二	一〇〇	五〇〇〇	九〇一	二〇一	三〇五二
平均					三〇四九五

(K) 鎳質之電解法試驗 Electro determination of nickel products

此法本電解純鎳之理，宜於試含鎳較多之鑛及合金，特述如左：

秤一格蘭姆鎳合金，以王酸化之，置於熱鐵板上熱之，約十分鐘之久，即行化淨。冷之，加入硫酸五立方厘，再加熱使淡養氣散盡。取下冷之，參入二十立方厘養輕錘以去其酸，並多加若干，再參水至容量為二百立方厘。用鉑片為負極，照電解考驗銅質法，安置電盃中，使經電解四點鐘之久，將負極取出，用淨水洗之，酒精乾之，秤之，所增之重為鎳，其成分即可推出。

試驗結果：

鎳鐵 Ferro-nickel

試驗	原用鎳鐵重	負極鉑片重	解後鉑片及鎳重	解結鎳重	鎳之成分
一	一·〇	二五·九二〇九	二六·三七八四	〇·四五七五	四五·七五
二	一·〇	二四·九一九三	二五·三六八五	〇·四四九二	四四·九二
平均					四五·四

附計算法：

設原用鎳鐵X格蘭姆，解結鎳重為W格蘭姆，鎳之成分為P，則其式如左：

$$W \times \frac{100}{X} = P$$

(1) 鈷之濕法考驗 Wet assay of cobalt

鈷恆與鎳同產，故考鈷之時，須分去鎳。通用者有二法：一為弱硝酸鉀沉澱法，一為養化料沉澱法。前法最便於試驗，故特述之如左：

弱硝酸鉀沉澱法 Precipitation with potassium nitrite 法將硫化鈷鎳礦。或其合質，分出別金類後，化於硝酸或水。化後加苛性鉀 (KOH) 液，至成沉澱為止。多加醋酸及濃弱硝酸化鉀液，搖勻後使沉定至二十四鐘之久，過濾。濾得之質，為弱硝酸鈷及弱硝酸鉀之沉澱 Double precipitate of cobalt and potassium nitrite $\text{Co}(\text{NO}_2)_2 \cdot 2\text{KNO}_2$ 先用醋酸鉀洗之，再用酒精洗之，乾後由濾斗移於已知重量之瓷盃，略加硫酸，徐徐炙燒之，將多加之酸逐去，惟不可過強。餘物冷後秤之，所得之重為硫酸化鉀鈷，式為 $3\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{CoSO}_4$ 其重之百分之一四·一七為鈷。

(M) 鎳鈷之分析法 Separation of nickel and cobalt

鎳鈷二金溶液，加碳酸銨液及溴水，能結為鎳二養三，或鈷二養三之沉澱。然溶液無論冷熱，鈷均能結，而鎳則非熱不結，此二質之所藉以分也。

法將鎳鈷礦或含鎳鈷質秤出數分，以王酸化之。按分金類質法分出別金後，則液中之鎳鈷，皆為綠化物。略加養輕錘以去其酸，然後先加入炭酸銨，再將溴水加入，俟沉定十分鐘之久，過濾。濾得之質為鈷二養三，洗畢乾後秤之，其重百分之七一·〇八為鈷。濾下之液，含有鎳質，用電解法試之

第二節 鋅 Zinc

普通合鋅質之應行考驗者，爲以下之七類：

- 一、鑛質 Ores 分養化及硫化二種
- 二、硫化金屬質 Matres
- 三、煉渣 Slags
- 四、烟塵 Furne and fine dust
- 五、合金 Alloys
- 六、鍍棄質 (Galvanizer's waste)
- 七、鋅質 Metallic zinc

(子) 鑛質 Ores

(1) 紅鋅鑛 *Zincite sparlike Zn (Mn,Fe)O* —— 爲珊瑚紅色，有透明者，有半透明者。恆與 *Franklinite* (養化鋅錳鐵鑛) 同產。結晶斜方體，硬度均勻，重率五·四。白色條痕，性脆，不溶化。以吹筒火燒之，有鋅錳之化學變化，能化於硝酸。

(11) 碳酸鋅鑛 *Calamine (smithsonite) (ZnCO₃)* —— 結晶爲斜方系，但爲塊形腎形鐘乳形及核形者

恒多。顏色白色至棕色不等。條痕爲白色，性脆。重率四·四，消於熱酸發氣焰。以吹筒火燒之，不能熔化。

(三) 矽酸鋅鑛 *Hemimorphite* —— 爲矽酸化鋅，亦名電炭酸鋅鑛，因質性相似也；亦恒與之同產，惟較軟且輕。化於硫酸不發氣焰，餘質爲粘性之矽養二。以吹筒火燒之，不能熔化；燒後之質，具有磁性。

又 *Willemite*，亦係矽酸化鋅鑛。斜方系結晶質，性同前鑛。

(四) 硫化鋅鑛 *Zinc blende* —— 亦名黑質 *Black Jack*。多爲正方結晶，裂紋完全，帶有脆性。黑色者爲脂肪至半金屬光澤。顏色自黃色至黑色，條痕白色，形狀半透明至不透明。硬度三·五至四，重率四至四一。此鑛之脆性難熔，完備裂紋，腊狀光澤，以及硬度重率，與角閃鑛 *Orthoblende* 及錫石柘榴石等，極易識別。煨後之鑛，用吹筒火燒之，顯鋅之變化。

硫化鉛鋅鑛名 *Impure Galena* —— 含鋅多寡不一。其色略黑，重率亦與方鉛鑛異。用吹筒火燒於木炭上。發白色烟，並現外殼。此類鑛質，其含鋅成分之考驗，甚爲重要，因此鑛有銀質。冶煉時及選揀時，去鋅甚爲難也。

(丑) 硫化金屬質 *Mattes*

(寅) 煉渣 *Slags*

第二編 試金法

鋅在煉渣中爲矽酸化質。單獨之矽酸化鋅，極難熔化，故煉時恒參含鐵較富之煉渣，是以煉成之質，每爲黑色，因含矽酸鐵故也，所含之鋅，約達百分之十五。

(卯) 烟塵 Fume and dust

此中爲金屬之鋅，硫化鋅，及養化鋅等。當用鼓風爐冶煉時，其結於冷房之牆者，多係養化鋅，爲灰白色粉。

(辰) 鋅塵 Zinc dust

爲凝結之純鋅及其養化質，係灰色渾散之粉。

(巳) 合金 Alloys

黃銅 Brass，德國銀 German silver，特別青銅 Bronze，模型合金 Pattern alloy，均參有鋅質。

(午) 鍍棄質 Galvanizer's waste

種類不一，(一)爲綠化鋅及綠化鋁之參合質，(二)含鐵之硬性合金。

(未) 鋅質 Metallic zinc

鋅質之名 Seller 者，爲商市所售之塊鋅。普通含有錫鉛鑿鐵，及其他不潔物。

(申) 鋅鑛之乾法試驗 Dry assay of zinc ores

考鋅之乾法雖多，而適於用者則甚鮮。茲將前在英國危勒司斯王海鋅廠所練習之一法，述之如左

鑛質之烘燒 *Roasting of ore*

將碾碎鑛質細粉，秤出二十格蘭姆，先烘燒之，逐去硫質，然後在馬福魯爐燒至紅熱，使之分解，並逐去炭酸，再秤之。

鋅質之蒸溜 *Distillation of zinc*

由此燒後之餘質，秤出十格蘭姆，參以二格蘭姆半用強熱炭後之無烟炭粉，裝入筆鉛炭罐中，用筆鉛炭蓋其罐口，放入馬福魯爐中。燒至一點餘鐘之久，至其中之鋅悉行化氣發出，將罐連蓋取出冷之。燒餘之質傾出，小心秤之。

餘渣之焙燒 *Calcination of residue*

秤後移入煨燒皿中，焙之，俟所餘之炭質完全養化而去，並將鐵與其他不化氣之金類，如有還原者，復養化之。焙後之質，秤之，其試驗前後所差之重為鋅養。

鋅質之計算 *Calculation of zinc*

設原用標本鑛質重為二〇格蘭姆，烘燒後標本重為一六・七四格蘭姆，所用烘燒後標本重為一〇格蘭姆，焙燒後餘質重為一・五七格蘭姆。由烘燒後標本重，減去焙燒後餘質重，則得一・四三格蘭姆，為烘燒後標本內之鋅養重。又將此以烘後標本重乘之，並以所用烘後標本重除之，則得一四・一

一二，爲原用標本鑛質二〇格蘭姆內銻養之重。再以五乘之，則得七〇・五六，爲一〇〇格蘭姆內銻養之重。銻養中含銻爲百分之八〇・二八，以七〇・五六乘之，則得百分之五六・六三一，即銻之成分也。

(注意) 如所試銻鑛爲硫化銻，當烘燒時，須小心使熱度增高，俾使初烘時所成之硫酸銻，能完全分解。

(酉) 銻鑛之濕法試驗 Wet assay of zinc ores

(一) 硫化銻 (銻二硫) 試法 Titration with sodium sulphide

此法先將銻變爲純銻鹼性液，用硫化銻液試之，其指標藥爲新結之養輕化銻，或用 Sodium nitro-prusside 亦可。

規定液 Standard solution

秤出四十五格蘭姆硫化銻，以水化之，加水至一立特。

將百分之二十五綠化鐵液，製出少許，由此使變爲三養輕化銻，或用現成之 Sodium nitro-prusside。

規定液之試驗 Standardization

將純銻秤出數份，每份爲半格蘭姆，各置於小口玻盃中，以少許淡鹽酸化之，加入錘養輕恰去其

酸，沸之。所得之清淨液，加十立方厘米錳養輕，再加熱水，使積量為一百五十立方厘米。

傾錳養輕液少許於鍍蓋玻璃中，將所備之鐵綠二液口滴入數滴，傾出多餘之錳養輕液，其所成之三養輕化鐵，洗於試質中。俟沉淀後，將規定液漸漸由度管滴入，至三養輕鐵沉澱變為黑色，即為末點，停止再加，此為硫化鈉多出之證。其餘數份，照此作之。

若用 Sodium nitro-prusside，如加一滴鈉二硫之液，與此質一滴相遇於瓷碟上改變顏色時，即為末點。

鑛質之試驗 Assay of an ore

將研細鑛粉，秤出數份，每份一格蘭姆，各用鹽酸化於小口玻盃中，俟將化盡時，加硝酸少許，然後加入數滴硫酸，蒸發使乾，以沉結鉛，用數滴鹽酸重化之，加水至五十立方厘米，再用硫化輕將第二類金屬分出，過濾煮之至沸，使硫化輕氣逐盡為止，再加硝酸數滴，沸之，用錳養輕以沉結鐵，（若含錳時加溴水以去之）過濾，所得沉澱，以五立方厘米鹽酸化之，用錳養輕重結過濾，濾下之液，併入初次液內，加水至積為二百立方厘米，照前法滴規定液試之。

(一) 黃色炭淡鉀鐵鹽 [鉀四鐵(炭淡)六] 試法，Titration with potassium ferrocyanide
規定液 Standard solution

秤四一·二五炭淡鉀鐵黃鹽，用水化之，加水至一立特，貯於玻璃瓶中。

驗鑛學大意

指標液 Indicator

將醋酸化鈾〔鈾二(炭二輕三養二)二〕一格蘭姆，用三十立方厘米水化之。

規定液之試驗 Standardization

將純鉍秤出半格蘭姆，以鹽酸化之，煮之至沸。滴入規定液，至一滴試質，與一滴指標液，相遇於瓷碟上，發生黃棕色為止。

鑛質之試驗 Assay of an ore

將研細鑛粉，秤出數份，每份一格蘭姆，其溶化暨分各金質恰與前法同。分後於液中稍加鹽酸，使為酸性，沸之，乘熱用規定液試之。

試驗結果：(重量以格蘭姆計，容量以立方厘米計。)

(一)用硫化鈉試驗(用 Sodium-nitro Prusside 為指標藥)

規定液之試驗 Standardization

試驗	原用純鉍重量	所用硫化鈉液容量	一立方厘米硫化鈉可抵鉍重
一	〇・五	六六・五	〇・〇七四九
二	〇・五	六六・七	〇・〇七四八

三	〇・五	六六・〇	〇・〇〇七五二
平均			〇・〇〇七五〇

(附記) 用 Sodium nitro-Prusside 爲指標藥，至加一滴鈉二硫之液，與此液相遇於瓷碟上，發生肉淡紅色時，卽爲末點。其計算之法，以硫化鈉液容量數，除銻重量數，卽得一立方厘米液可抵銻之重。

炭酸化銻鐵 Calamine 之試驗

試驗	原用銻鏽重量	硫化鈉液容量	鏽內含銻成分
一	一・〇	六〇・一	四五・一〇
二	一・〇	六〇・三	四五・二五
三	一・〇	五九・八	四四・九〇
平均成分			四五・〇八

硫化銻鏽 Biende 之試驗

試驗	原用銻鏽重量	硫化鈉液容量	鏽內含銻成分
一	一・〇	四六・五	三五・九〇

驗鑛學大意

一一二

二	一〇〇	四六・八	三六・二〇
三	一〇〇	四六・七	三六・一〇
平均成分			三六・〇九

(附記) 計算之法，以所用硫化鈉容量，乘其一立方糎可抵銻數，即得此鑛內含銻成分。其試驗之化式如左：

(二)用黃色炭淡鉀鐵鹽試驗 (用 Uranium acetate 爲指標藥)
規定液之試驗 Standardization

試驗	原用純銻重量	所用炭淡鉀鐵液容量	一立方糎炭淡鉀鐵可抵銻量
一	〇・五	五二・七	〇・〇〇〇九四
二	〇・五	五二・四	〇・〇〇〇九五五
三	〇・五	五二・四	〇・〇〇〇九五五
平均			〇・〇〇〇九五〇

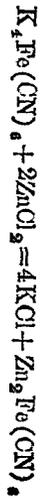
(附記) 用醋酸化鈾爲指標藥，至加一滴黃炭淡鉀鐵鹽於試液之液，與一滴指標藥相遇於瓷碟上，發現棕色時爲末點。其計算之法，以炭淡鉀鐵液容量數，除原用純粹重量數，即得一

立方櫃液可抵銻之重。

北魯青山銻礦 Broken Hill zinc ore 之試驗

試驗	原用銻礦重量	炭液鉀鐵液容量	鑛內含銻成分
一	一·〇	二七·一	二五·七〇
二	一·〇	二七·一	二五·七〇
三	一·〇	二七·〇	二五·六〇
平均成分			二五·六七

(附記) 計算之法，以所用炭液鉀鐵液容量數，乘其一立方櫃可抵銻數，即得此鑛內含銻成分。
其試驗之化式如左：



第四章 錫鎢鉛

第一節 錫 Tin

含錫質之應行考驗者，共有四類：

一、鑛質 Ores

第二編 試金法

二、硫化金屬質 *Matias*

三、煉渣 *Slings*

四、合金 *Alloys*

(子) 鑛質 *Ores*

(一) 錫石 *Cassiterite* (SnO_2) —— 爲二硫化錫，亦有溪錫 *Stream tin* 與木錫 *Wood tin* 之同質異形者。結晶正方形，恒爲雙晶。光澤極亮，硬度七，性甚重，重率十六·四至七·一。顏色不一，自淡黃至黑色。產於花崗及雲母等石中，亦有產於沖積層內者，如溪錫粒是。純者合錫百分之七八·三八，但此鑛產於他鑛之中，尋常僅達百分之一至二而已。加蘇打及炭淡鉀置於木炭上，用吹筒火燒之，結果可得錫珠。

(二) 硫化錫鑛 *Stannine* —— 亦名鑿金鑛，因恒含有銅鐵銻等質也。組式爲 $2(\text{Cu}_2\text{FeZn})\text{S}_2\text{Sn}_2$ 。色自鐵黑至銅青，並有紫色之銹，恒帶黃色，因含硫化銅鐵質之故。能受刀割，硬度爲四，重率四·五。普通含錫爲百分之二十七。燒於木炭，卽能熔化。

(三) 黑錫 *Black tin* —— 爲燒後之錫石經浸化洗滌而將銅鐵銻硫逐去後所餘之質。

(丑) 硫化金屬質 *Matias*

此類爲硫化銅鐵鉛等質，恒合若干錫質在內。

(寅)煉渣 slags

用鼓風爐煉錫後，所得煉渣，為矽酸化質，每含養化錫及少許純錫，致有白點形或乳白形質。又煉合金時，其爐灰及浮渣。亦恒含有錫質。

(卯)合金 Alloys

(一)青銅 Bronze。炮金 Gun metal。工程黃銅 Engineer's brass —— 為銅及錫之合金，並有異量之別金屬質。

(二)錫金 Solders —— 有錫匠錫金 Tinman's solder 及鉛匠錫金 Plumber's metal 等，為鉛與錫之合金。又有鑄印金 Stereotype metal，英國鑄金 Britannia metal，為錫鉛及錫之合金。

(三)靱金 Bearing alloys —— 若干白色靱金，為錫及鉛錫銅之合金。

(四)模金 Pattern alloys —— 為錫及鋅之合金。

(五)磷錫 Phosphor tin —— 為磷化錫。成分不一，普通含磷為百分之二至十一。

(辰)錫鑛之乾法考驗 Dry assay of tin ores

(甲)英國康班試法 Cornish method

經運後之錫鑛，在鐵臼內為細粉，使過六十嗎噠之羅。復將無烟煤若干碾之，使過此羅。再取箠鉛鍋數個乾之，燒之，以便應用，並秤出輔助品如左：

驗鑛學大意

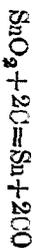
鑛質 Tin ore

一〇〇・〇格蘭姆

無烟煤 Anthracite

二〇・〇格蘭姆

勻和後，裝入鍋內，蓋之，放入焦炭爐中，漸升爐內之熱，惟勿使空氣過多。俟二十分鐘後，將鍋提出，以木棍攪其熔質，使錫收積。攪後仍放入爐中，再燒十分鐘，提出傾於白中，碾為碎粉，選出錫塊，洗去其滓，然後秤之。其化式如下：



試驗結果

試 驗	錫 鑛 重	錫 重	錫 之 百 分 率
一	一〇〇・〇	六八・五	六八・五
二	一〇〇・〇	九九・一	六九・一

按試驗，錫之平均成分為百分之六八・八。

若鑛渣含有少許之砂養，宜添用炭酸鈉及石灰於輔助物內，其配置法如下：

鑛質 Tinstone

二〇格蘭姆

無烟炭 Anthracite

五格蘭姆

碳酸鈉 Sodium carbonate

一五格蘭姆

石灰或弗石 Lime or fluor spar

三格蘭姆

此法極宜於含錫成分較高之鑛，篩過之鑛或僅一部分篩過之鑛，均可試之。

(2) 炭淡鉀法 Cyanide method

將選出之鑛，在白中碾為細粉，使過八十嗎噠之羅，並秤出輔助物兩種：

第一種

鑛質 Ore

一〇〇格蘭姆

炭淡鉀 Potassium cyanide

四〇〇格蘭姆

第二種

鑛質 Ore

一〇格蘭姆

炭淡鉀 Potassium cyanide

二〇格蘭姆

木炭 Charcoal

三格蘭姆

商場之炭淡鉀，含有百分之五十碳酸鈉，用於此法極為相宜；然必須為粗粉。裝置時，先將此質之一份傾於坩鍋底，再加摻勻之輔助物，移入爐中，燒至暗紅熱，俟全熔時，將熱度加增。至數分鐘之久，取出倒之，所得錫錠，淨後秤之。第二種輔助物溶化較難，故必多費時間，始能完全溶化。其

化式如下：



試驗結果：

試	驗	錫	鑪	重	錫	重	錫之百分率
一		一〇〇〇		七・三〇		七三・〇	
二		一〇〇〇		七・二〇		七二・〇	

按試驗，錫之平均成分為百分之七二・五。

此為試錫極佳之法，當燒時宜用蓋掩之，使上端亦受同等之熱，但須留意勿使燒之過久。如錫鑪中含有銻質 (Wolfram)，此法頗相宜，惟不如濕法所試之恰當耳。

(丙) 錫質之提淨 Refining the tin

取一小坩鍋放入爐內，燒至紅熱，將前煉出之粗錫倒入，錫質立即熔化。取出坩鍋，察看錫面，如現黑渣，立以木棍拭出，並攪錫液，以免再有損失。俟黑渣去淨，錫液之面為白色時，傾於小灰石模內冷之。錫之外面，冷後宜為白色，並有光亮。若現黃銹，則含有銅；若無光亮，則含有銻或鉛。

(E) 錫鑛之濕法考驗 *Wet method of tin assay*

此為英人勞氏之法 *Low's method*，專用以考含錫不富及其他不純淨之錫鑛。

規定液 *Standard solution*

秤碼十一格蘭姆及鉀碘二十二格蘭姆，化於水中，化後加水至一立特。此溶液若準確，則每試用半格蘭姆鑛二養三時，每立方厘應含錫百分之一。

規定液之試驗 *Standardisation*

秤出五分之一格蘭姆鑛二養三（與〇・二四〇四格蘭姆錫相等），移於玻盃，以五至十立方厘苛性鈉（養輕鈉）化之，漸助之以熱，浸以鹽酸少許，後加二百立方厘冷水，再加重碳酸鈉（鈉輕炭養三），至變鹼性，加入小粉液少許，以為指標，然後由度管滴入規定液至藍色發現為止。

鑛質之考驗 *Assay of ore*

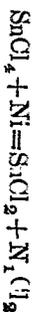
將研碎鑛粉，秤出半格蘭姆（由半格蘭姆至五格蘭姆，其多寡視鑛質含錫之多寡定之），用瑪瑙鍋復研之。加五至十格蘭姆二養化鈉，熔於鐵或鎳製鍋中。溶化完全，使之速冷，以水化之。移入六百立方厘之玻杯中，杯口覆以軟木，上插漏斗。是時杯內之液量，不應少於二百五十立方厘，其中五分之一，應為鹽酸。於杯內加入數塊還原質，使錫綠四變為錫綠二。於漏斗上置數塊大理石，使生炭養二氣，以防空氣侵入。杯下加熱，使杯內之液，靜沸至一點鐘之久，則液色變綠，而錫綠四盡變為

錫綠二矣。拭去軟木蓋，加二塊大理石於液內，復蓋之，杯外侵以冷水，使之速冷（此時宜防錫綠二仍變爲錫綠四。）冷後加少許小粉液，由度管將規定碘液滴入（以速爲佳，）至試液之色變藍爲止如前。

注意之要點 Precautions ..

- (一) 若鑛質不純，或含鐵硫二甚多時，宜用硝酸或王酸以去之。
- (二) 錫鑛多半易溶於王酸，故用王酸時，須將化後試液，蒸發至乾，其易溶之綠化錫，應用鹽酸及水化之。
- (三) 如用二養化鈉(Na_2O_2)時，水爲最忌之質，以其能使二養化鈉分解也。

試驗化式 Chemical reactions



$\text{I} + \text{Starch} = \text{Blue colour}$



試驗結果 Results ..

(1) 規定液試驗結果 (重量以格蘭姆 Gramme 及立方浬 c.c. 爲單位)。

試驗	壹	二	養	三	重	相抵錫重	規定液量	規定液每立方浬可抵錫重
一	〇・二〇	〇・二〇	〇・二四	〇・四	五七・五	〇・〇〇四二		
二	〇・二〇	〇・二〇	〇・二四	〇・四	五七・四	〇・〇〇四二		

按以上試驗，則知一立方浬合碘規定液與萬分之四二格蘭姆錫可以相抵。

附計算法

設壹二養三重爲 X，規定液量爲 Y，每立方浬規定液可抵錫重爲 W，則其式如左：

$$\frac{X}{Y} = W$$

(1) 鑛質試驗結果 (重量以格蘭姆 Gramme 爲單位，容量以立方浬 c.c. 爲單位，成分以百分之一爲單位)。

(甲) 鑛質 (研爲粉係黃色)

試驗	鑛質重	規定液量	含錫成分	平均成分
一	〇・五〇	四六・五	三九・〇	三八・九五
二	〇・五〇	四六・四	三八・九	

(乙) 鑛質 (研爲粉係黑灰色)

試 驗	鑛 質 重	規 定 液 量	含 錫 成 分	平 均 成 分
一	一·〇	三三·一	一三·九〇	一三·八七
二	一·〇	三三·一	一三·八四	

附計算法

設所用錫鑛之重爲X，規定液之重量爲Y，每立方呎規定液可抵錫重爲Z，錫之成分爲W，則有式如左：

$$\frac{100}{X} \times Y \times Z = W$$

(午) 結論

世界重要產錫之地有五：(一)南洋羣島麻六甲半島及其附近，(二)波里維亞Polina，(三)中國，(四)英國康華爾Cornwall，(五)澳洲，其餘諸地，皆望塵莫及。中國雲南一帶錫鑛，無大組織，無新技術，而所產之數，年達七千噸左右，價值一千二百餘萬，已居世界第三位，其富源之廣可知。加之廣西湖南之錫，尙未充分發達，將來交通較便，中國錫產，大可增進，雖不獨霸全球，亦當繼武南洋。況南洋錫鑛，開採最多，已漸有垂盡之勢，則將來世界錫市，殆將爲中國與波里維亞平分而爭位。

也乎？

第二節 鎢 Tungsten

鎢無自然產者，其質多產於鎢化錳鐵，鎢酸化鈣及罕見之鎢酸，自硬鋼亦有含鎢者。鎢酸及其化合物，恒用以製染料，因能著色於布質也。

(十) 鎢礦 Tungsten ores

(一) 鎢化錳鐵礦 Wolfram — 爲單斜系結晶，但恒爲重如黑鐵之礦。裂紋極顯，黑鐵色，裂紋處光澤爲金屬至金剛石形，條痕黑棕色。硬度五至五·五，重率七至七·五。

(二) 鎢酸化鈣 Scheelite (Ca WO_4) — 爲六方形結晶，亦有塊形者。有無色及灰黃棕各色多種，條痕呈白色，硬度四至四·五，重率五·九至六·二。

(三) 紅鎢礦 Tungstic ochre — 爲棕色粉，亦有如土質者。

(十一) 鎢質 Tungsten products

鎢鋼 Tungsten steel — 爲自硬鋼，斷口紋粒極密，現有棕色斑點。

(十二) 鎢礦之考驗 Wet assay of tungsten ores

二養化鎢鹽液，遇三臂鐵鹽液，即受其養化，變爲三養化鎢；此三養化鎢液，再加純鋅，復能還原，此即斯法之所由成也，特述如左：

規定液 Standard solution

秤十四格蘭姆純硫酸鐵鋁鹽（爲綠色礬），化於水中，加水至一立特。

指標液 Indicator

秤半格蘭姆炭淡硫鉀，以十立方厘水化之，貯於小玻盃中。

鑛質之溶化 Dissolving of ore

將鑛鑛研碎，用細紗篩之，秤出二格蘭姆，再用瑪瑙盃碾後，參苛性蘇打 NaOH 及二養化鈉，置入鉑鍋，在馬福魯爐中熔之，約俟二十分鐘之久，即完全溶化。冷後加水化之，其不化之質，爲養化鐵及錳，過濾洗之。

濾液之還原 Reduction of filtrate

濾下之液，移入玻盃，多加鹽酸，再將連鉑絲之鋅條放入，鋅條與鹽酸化合，遂起還原作用。俟作用畢後，將鋅由鉑絲提出，斯時之液，應爲淡黃綠色。

滴液 Titration

將規定液由度管漸漸滴入試液，俟試液一滴，與指標液一滴相遇於瓷碟上，顯紅色時爲止，此紅色即鐵鹽餘出之表示。當滴液時，須使炭養二氣通入試液，以防鎊鹽與空氣相接，吸收其養，致起養化作用，此爲必要之預防。試後復使鐵鹽還原，即同時得二養化鎊之鹽，其式如左：



即含一二分鐵之鐵鹽，能使一八四分之錫，由二養化錫受養化而成三養化錫也。由所用鐵鹽之多寡，則錫之成分，即可推出。

(附記) 如所試之質為錫鐵時，須加硫酸輕鉀，在鉛鍋熔之，冷後加水，始能將錫溶於液中。

(卯) 結論

錫為近年新發見之鑛質，而就今所知，中國在世界產錫鑛之國中，殆已居數一數二之地位。歐戰末期，輸出英美日本之錫鑛石最盛時，年達五千餘噸（成分不甚高。）湘贛粵直等省，產地甚多，其他各處，猶有發見之希望，蓋此係中國古所未知之鑛質，新鑛之發見希望較多，舊鑛所未採而保存者尚富，故不難驟產巨額也。

第二節 鈦 Titanium

普通考鈦之質，有下數種：

- (一) 養化鈦鑛 Rutile anatase brookite TiO_2
- (二) 鈦酸化鈣 Titanate of lime Ca O.TiO
- (三) 矽鈦酸化鈣 Sphenes $\text{Ca.CTiO}_2.\text{SiO}_2$
- (四) 鈦鐵鑛 Titanite

鉛質亦恒產於坭泥，銻二養三，流溪錫及泥鐵鑛中。又花崗岩，玄武岩及他種火成岩中，亦含少許。

鉛爲紅銅色之結晶，性質極硬，得之於鼓風爐邊旁者，爲淡炭淡化鉛質。
用鉛鐵鑛所煉之鐵，恒含微量之鉛質。鉛鑛雖屬罕見，然散布頗廣。

(子) 鉛鑛 Ores

養化鉛鑛 Rutile (TiO_2) —— 此鑛多與錫石同產，結晶爲正方形，亦有屬塊形者。黑紅色至鋼黑色，小塊爲紅色。條痕黃棕色，金剛光澤，略似金屬。硬度六·五，性脆，重率四·二至四·三。

又 Brookite 鑛，爲斜方六邊形結晶，光澤如前，黃棕色，條痕略白。

又 Anatase 鑛，爲正方系錐形結晶，顏色不一，重率三·八至三·九三，硬度五·五至六。

矽鉛酸化鈣 Sphene —— 此鑛爲單斜系結晶，黃棕色或黃綠色，光澤脂肪至金剛色，硬度五至五·六，重率三·四至三·六。

鉛鐵鑛 Titaniferous iron ore 爲雙養化鉛鐵鑛，六方形結晶，亦有塊形及碎粒形者。鐵黑至鋼灰色，半金屬光澤，不透明，條痕黑棕色。略具磁性，硬度五至六，重率四·六至五。

(丑) 鉛鑛之濕法考驗 Wet assay of titanium ores

鉛爲罕見金類，純者功用甚鮮。其養化物在普通酸中不化；若有鉛氧化物，尙能化於酸液，故其

考驗之法，即本於此。若考驗鑛質中含鉛多寡，照平常熔化法，將研細鑛質秤出若干，以酸化之，蒸發至乾，再加鹽酸過濾。

(一) 濾紙上不化之質，以硫酸浸之，加輕弗酸，小心蒸發至乾。冷後，再加硫酸及輕弗酸，蒸發如前。如此一二次，至所含之砂養二悉變為化氣之砂弗四，將餘質乾之，加入乾硫酸輕鉀，均放入鉛鍋內熔之。熔後冷之，用冷水疊次浸之，俾將鉛質分出，所餘僅罕見之土質及未去之砂養二。所得浸液，參水並加酸性硫酸鈉，沸之稍久，俾二養化鉛結為沉澱。俟完全結後，加入弱硫酸少許，以化所餘之鐵鉛，過濾洗之。

(二) 初次加鹽酸濾下之液，通入硫化氫，分出第二類金屬後，加硝酸煮之，使鐵養化。再加養輕鉀以去其酸，復用醋酸鈉分出鐵屬各金（見鹼性醋酸分解法），鉛質亦在其內，過濾，收積後乾之，參以六倍重之硫酸輕鉀，放入鉛鍋內溶之。溶後冷之，用冷水疊次浸之，分出鉛質如前。過濾所得浸液，參之以水，並加少許硫酸，沸之稍久，則鉛酸即結為沉澱，然後過濾。

以上一二兩試所得鉛酸沉澱，乾後加少許碳酸鈉炙之，俟冷秤之，所得之重，為二養化鉛 PbO_2 ，其重量之百分之六〇·九八為鉛。

第五章 錳鉻鈳鉬

第一節 錳 Manganese

第二編 試金法

考錳之質，最普通者爲以下五類：

- 一、錳鑛 Manganese ores
- 二、熔合泥 Weldon mud
- 三、煉渣 Slags
- 四、合金 Alloys
- 五、鋼 Steel

(十) 錳鑛 Ores of manganese

(一) 黑養化錳鑛 Pyrolusite (MnO_2) —— 結晶斜方體，但恒多塊形者。黑色，亦有灰色如鋼者。條痕黑色，光澤半金屬如絹絲，硬度二至二·五，性略脆，重率四·七至五。加鹽酸發綠色。又 Polianite 鑛，其組成形性，與前鑛相似，惟較前鑛爲硬耳。硬度六至六·五。黑養化錳鑛，亦有含五合點水者。

(二) 方錐錳鑛 Hausmannite (Mn_2O_3) —— 爲黑棕色鑛，條痕棕色，不透明，硬度五至五·五，重率四·七至四·八。

(三) 砂錳鑛 Braunite ($3Mn_2O_3 + MnO \cdot SiO_2$) —— 與方錐鑛相似，惟色較深，性較硬耳。

(四) 脂肪錳鑛 Psilomelane —— 此鑛無結晶形者，外形有腎形及葡萄形，頗有亮光。色鐵黑至藍黑

• 條痕爲亮光黑棕色，光澤暗亮不一，硬度五·五至六，重率四·一至四·三。加鹽酸發綠色。

(五) 鱗錳鑛 *Wad* —— 無結晶者，有塊形腎形鱗形等形狀。色與條痕爲黑棕色。硬度三。組成不一，主要者爲錳養二，恆含銅鈷等金屬。加鹽酸發綠色。

(六) 環錳酸 *Manganite* ($Mn_2O_3 \cdot H_2O$) —— 結晶爲長斜方體，有放射紋，頗完備。鋼黑色，亦有棕色者。條痕棕色，金屬光澤。硬度三·五至四。重率四·三至四·五，性脆。

(七) 梅紅錳鑛 *Dravogite* ($MnCO_3$) —— 爲碳酸化錳鑛。結晶斜方體，外面恆現曲形，亦有塊形者。色紅如肉，分解者變棕色。珍珠光澤，質半透明。硬度三·五至四·五，重率三·四至三·六。加酸發氣，以吹筒火燒之，變爲不熔之黑質。

(八) 棕紅錳鑛 *Rhodonite* —— 爲塊形鑛。色梅紅，亦有棕色者。質半透明。硬度五至五·五，重率三·五至三·七。加酸不發氣，以吹筒火燒之，能溶化。

(丑) 煉渣 *Slags*

冶煉各種錳鐵質及砂錳質時所得之渣，多爲綠色，形如玻璃，性質甚堅。含錳成分爲百分之十三至十四，爲錳化鐵及砂化錳。

(寅) 合金 *Alloys*

(一) 淡黃錳鐵 *Spiegelisen* —— 新斷口紋爲光亮結晶狀；含錳愈多，結晶愈小。錳之成分爲百分之

第二編 試金法

二十至二十五，亦有達百分之三十者。

(一)黃錳鐵 Ferrumanganese —— 爲含錳較多之鐵。斷面之結晶欠亮，若達百分之八，則斷面爲極細之粒，色隨紋異，每顯針狀之晶。亦有含錳達百分之八十五至八十八者。

(二)錳青銅 Manganese bronze —— 僅含微量之錳質。

(卯)鋼 Steel

軟鋼 Mild steel —— 含錳約達百分之一，泥鍋鋼 Crucible Steel 含錳不得過千分之二至三。

(辰)錳礦之考驗 Assay of manganese ores

錳質與鐵相似，而較鐵之價值爲昂，因爲製鋼要品，而產地稀少，且產額不多故也。此法爲勿路赫德 Volhard 氏所創，極宜於試含錳鐵質或錳鐵之用，撮述如左：

將錳鐵槌爲碎末，秤出半格蘭姆至一格蘭姆，用一·二重率之硝酸化之。硝酸以少爲宜，如係一格蘭姆，用二十五立方厘即足。俟熔盡後，加以十二立方厘半參水之淡硫酸，小心將液蒸發，使硫酸氣去盡，硝酸亦同時被逐。冷後加水至五百立方厘，加炭酸鈉以變溶液之性，使爲中性，或略含酸質。加以和水之錳養，液中有錳養之存在，鐵二養四當沉淀時，即凝結爲沉澱。熱此溶液至沸，於此熱液，由滴管加入過錳酸鉀。每加一次，須使之沉淀，然後再加至淡紅色，沉澱經搖動後，靜俟數分鐘，尙能存在於溶液中爲止。此沉澱爲錳酸化鐵。

如將應需之過錳酸鉀一次加入，使相差在一立方櫃內外，可得較佳之結果。故試未知成分之錳鐵或錳鐵時，宜先作一預試試驗，以求出應需過錳酸鉀之約數。或於加錳養之後，將溶液加水至五百立方櫃，記其溫度，以乾漏紙漏之。所得溶液，約為四百立方櫃，或較此為多，熱之使與前此所記溫度相同。量出一百立方櫃（為原重量之五分之一）沸之，加過錳酸鉀，結之如前，其餘未試之液，分為數分，小心試之。總計數次所得沉澱重量，則錳之成分，即可推出。

(B) 錳質之考驗 *Assay of manganese products*

純錳難得，功用亦少，平常所見者，為與鐵參合之質，有白錳鐵淡黃錳鐵及砂錳鐵數種，其考驗法如左：

秤半格蘭姆合金，以二十五立方櫃鹽酸及硝酸化於玻盃中。化後蒸發至乾，烘之。再以淡鹽酸化之，移入立特瓶中，加沸水至六百立方櫃，用鹼性醋酸分析法，加少許硝酸沸之，加養輕錳至略顯棕黃色沉澱之三臂養輕鐵時，復加十至十五立方櫃醋酸錳沸之。時瓶中沉澱，現紅黃色，以濾紙濾之，用沸水洗之，將此瓶置入水盆內，冷後加以溴水約五立方櫃搖之。此時瓶內之液，應為深紅色，靜定十五分鐘，加養輕錳三十立方櫃搖動之。俟白霧盡去，則將瓶置於鐵架上，加熱沸後，錳之沉澱，即浮於面，濾之，以水洗之，連濾紙乾之，移入瓷鍋燒之。所得之質為錳三養四，秤之，其百分之七十二為錳。

錳三養四中恒有鐵，須用鹽酸化之，考驗含鐵若干，由得數減之，則錳之成分，較為精確。
試驗結果：

試驗	錳三養四及紙灰重	紙灰重	錳三養四	錳之成分
一	〇・五五四〇	〇・〇〇〇二	〇・五五三八	七八・七五
二	〇・五六〇二	〇・〇〇〇二	〇・五六〇〇	八〇・六四
平均成分				七九・六八

附計算法

原用錳鐵質為X格蘭姆，錳三養四中含錳百分之七十二；設錳三養四之重為W格蘭姆，錳之成分為P，則有式如左：

$$W \times 0.72 \times \frac{100}{X} = P$$

(午)錳之比色試驗 Colour determination of manganese

此法雖捷，不甚準確，惟工廠恒用，故特述之。

秤十分之一至二格蘭姆錳鋼二分，同時並秤知錳成分之鋼（或名標準鋼）二分，重量同前，各以四立方厘一・二重率之硝酸化之。俟化盡時，移入比色管，各加五立方厘百分之二之硝酸銀液並半格

蘭姆硫酸銻。至色顯出後，將管浸入冷水中，參水於色較濃之管，至各管之色相同為止。

試驗結果：

試驗	標準鋼液量	試鋼液量	標準鋼成分	試鋼成分
一	三七·八	二四·五	〇·八一七	〇·五三〇
二	三七·八	二四·七	〇·八一七	〇·五三二
平均成分				〇·五三一

附計算法

設標準鋼液量為 U ，其成分為 X ；試鋼液量為 U_1 ，其成分為 X_1 ，則有比例式如左：

$$U : U_1 = X : X_1$$

$$X_1 = \frac{U_1 \times X}{U}$$

(未)結論

錳之為物，昔皆視為無用之鐵礦；近年始於湖南廣東陸續發見，全年產額可達數千噸以上，就湖南所見，產地頗廣，將來當能更為發達。此項鐵產為鋼鐵業所必需，日本美國皆不甚多，中國所產如果豐富，不特可以助長國內之冶業，且更可望暢銷於國外之市場也。

第二節 鉻 Chromium

尋常所考合鉻之質，厥爲以下之數種：

- (一) 鉻鐵鑛 Chrome iron ore
- (二) 養化鉻鑛 Chromic oxide
- (三) 鉻酸化質 Chromates and dichromates
- (四) 鉻鐵質 Ferro-chrome
- (五) 鉻鋼 Chrome-steel
- (六) 煉渣 Slags
- (七) 鑛質 Ores

鉻鐵鑛即 Chromite ($\text{Fe Cr}_2\text{O}_4$) Cr_2O_3 —— 結晶爲八面體，但普通多爲塊粒等形。與蛇紋石及粒形石灰石同產。金屬光澤，參差斷口，爲棕色至鐵黑色，條痕紅棕色。硬度五。五，重率四至四。五。以收養焰燒後，卽帶磁性。平常含鉻二養三百分之三十。

養化鉻鑛即 Chrome oxide —— 爲暗綠色之養化物，亦有黃綠色者，與鉻鐵鑛同產。能化於炭酸鉀，故與養化鎳有別。

(丑) 鉻綠 Chrome green —— 爲無水之鉻二養三。

(寅) 鉻酸化質——爲黃色及紅色鹽質，其鹼性金屬配合之質，如 K_2CrO_4 等，皆易化於水中，而與鉛及他金屬配合者則不化。其鑛質爲鉻酸化鉛鑛 *Chromite*，鉻酸化銅鉛鑛 *Vanadinite* 二種，亦有微量之自然鉻。

(卯) 鉻鐵 *Ferrochrome*——爲銀白色之結晶質，性硬，亦有參他金屬者，用以製煉鉻鋼 *Chromium-steel*。合鉻約爲百分之六十，並有較多者，質不生銹。

(辰) 煉渣 *Slags*——爲煉鉻鋼及鉻鐵時所得之渣，恒含純鉻。

(巳) 鉻鑛之考驗 *Assay of chromium ores*

鉻鑛之考驗，其法頗多；惟苛性蘇打熔化法，較爲簡捷，亦甚準確，特述如左：

法將五至十格蘭姆苛性蘇打 $NaOH$ ，置入銀鍋燒之。至完全熔化，秤半格蘭姆研細鑛粉，傾入其中，用銀絲攪勻。燒至透紅熱，再加三格蘭姆二養化鈉，漸漸加入，時加時攪，燒之至養化作用完全爲止。俟冷後以熱水化之，煮沸至十分鐘之久，使鐵完全凝結，稍加硝酸，再加養輕鈣略多，使鋁亦結。沉淀後浸出溶液，洗其沉澱。此時鉻質完全存於液中，加弱硫酸使起還原作用。蒸發至乾，俾分出砂養二，用淡鹽酸化之，濾去砂養二，洗之。濾下之液，多加養輕鈣以強熱沸數分鐘，所得沉澱過濾，洗入玻皿，用水煮之，再過濾，俾將硫酸及鹼性鹽化去。其沉澱乾後炙之，秤之，所得之重爲三養化鉻 Cr_2O_3 。其重之百分之六八·六四爲鉻。

(附記) 如沉澱中存有鹼性金類，當炙燒時即成鉻酸化質，須將此用水化之，加弱硫酸使之還原，再用養輕錳液結之，過濾洗之，庶可得純潔之三養化鉻。

(午) 鉻質之考驗 Assay of chromium products

加含鐵液於鉻液之中，則鐵即被鉻養化。求出未經養化之鐵，即可推出養化之鐵；既知養化鐵之多寡，則鉻之成分，不難求得，此即斯法之原理也。

秤半格蘭姆研碎之含鉻質或鉻鹽，參三格蘭姆二養化鈉 Na_2O ，置於鑲鍋中，(二養化鈉二分之一，置於鑲鍋底；二分之一，覆於試質上。) 熔於馬福爐中，約達六至十分鐘之久。俟熔清時，取出冷之，用熱水洗入玻盆中，(此時須注意勿使洩出，並勿參少許酸質，) 煮之使化，過濾，用沸水洗之。濾下之液，煮之至容量為一百至一百五十立方釐，加入少許淡鹽酸，使恰變酸性為止。(如用過錳酸化鉀時，則加硫酸。) 多加二十立方釐，再沸至數分之久，冷之。冷後傾入四·二格蘭姆硫酸二臂鐵鹽之綠色液中，用規定液之鉻酸化鉀(或過錳酸化鉀)，由度管滴入試之。計算所用硫酸鐵之多寡，則鉻之成分，即可推得。

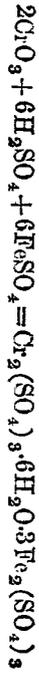
規定液 Standard solution

秤五·六四格蘭姆過錳酸化鉀，用二立特水化之。

規定液之試驗 Standardization

秤○·七格蘭姆硫酸化銦及二臂鐵鹽（此中七分之一為純鐵，）以水化之，使容量為二百立方厘。
 加入硫酸，煮，後滴入規定試之，至現永存之淡紅色為止。每立方厘規定液，約可抵千分之四·七
 二格蘭姆鐵。

試驗之化式 Reaction



由此化式，知六元點鐵與二元點鉻相抵，與一合點鉻二養三相抵，即三三六分鐵與一〇四·二分
 鉻及一五二·二分鉻二養三相抵也。

試驗成分之計算 Calculation

原用試質為○·五格蘭姆，原加之鐵為○·六格蘭姆；設養化後所餘之鐵為○·一五三格蘭姆（
 此由規定液所考得），則受鉻質養化之鐵，即為○·四四七格蘭姆，而鉻之成分，即可用下式推出。

$$\frac{0.447 \times 152.2 \times 100}{336 \times 0.5} = 40.5$$

（附記）一五二·二為鉻二養三之合點重，三三六為六鐵之元點重。

試驗結果

試驗	原用鉻鐵重	過鉻 鉀液量	酸化	加入鐵重	所餘鐵重	養化鐵重	鉻之成分
----	-------	-----------	----	------	------	------	------

一	〇・五	三二・四	〇・六	〇・一五三	〇・四四七	四〇・五
二	〇・五	三二・五	〇・六	〇・一五三	〇・四四七	四〇・五
三	〇・五	三二・三	〇・六	〇・一五二	〇・四四八	三〇・六
平均成分						四〇・五

第三節 鈮 Vanadium

(子) 鑛質 Ores

鈮為罕見之金類，其鑛物如左：

(一) 鈮酸化鉛鑛 Vanadinite 其程式為 $2[Pb_2(VO_4)_2]PbCl_2$

(二) 鈮酸化鉛銅鑛 Mottramite

(三) 鈮酸化鉛鋅鑛 Dechenite

以上各鑛，恒與錳鉍及其他鑛同產；數種銅鐵鑛中，亦含少許。

鈮酸鉛鑛，為棕黃色，脂肪光澤，外有如鱗片甚硬之殼，條痕白色，硬度二，重率六・八至七。

(丑) 鈮鑛之考驗 Assay of vanadium ores

鈮鑛多含鹽，化後將鹽分出，再經養化，用硝酸鉍結為沉澱；化後再結，則為鈮酸鉍，炙之即得

養化鈮，其法如左：

法將含鈮之質研爲細粉，秤出二至五格蘭姆，參碳酸鈉及火硝爲其二倍之重，熔於鉑鍋中，熔後冷之，用水消化，加鹽酸使變酸性，再多加弱硫酸，還原靈酸化質。其多加之弱硫酸，煮沸去之，通入硫化氫氣，將靈結爲沉澱。過濾，濾下之液，沸之將硫化氫氣由液逐去。此時之液，應爲藍色，用綠氣或綠養化鈉 NaClO 使之養化，略加養輕錘以去酸，再加硝酸鉍以結鈮。其鈮酸化鉍之沉澱，濾出後，用淡硫酸化之。過濾，濾下之液，加養輕錘以去酸，再加綠化錘，恰至飽足，沉淀久之，則鈮酸錘即分出。過濾，用養輕錘洗之，乾後漸漸炙之，俟冷秤之，所得之重，爲五養化鈮。

五養化鈮之程式爲 V_2O_5 ，其重之百分之二八·一〇一爲鈮。

(寅) 鈮質之考驗 Assay of vanadium products

過錳酸化鉀液，流入含鈮液中，能將四養化鈮，養化爲五養化鈮，由所用錳酸鉀液之多寡，鈮之成分，即可推得。此法極宜於試含鈮鋼鐵及合金之用，特述如左：

法將二格蘭姆鈮鋼或半格蘭姆合金，以鹽酸及少許濃硝酸化之，蒸發至乾，參入其重二倍之熔料，（此熔料係一份火硝，一份碳酸鉀，一份碳酸鈉參合所成。）熔燒至十分鐘之久。熔化後冷之，加水沸之，所得熔液過濾，洗之。濾下之液，參少許硫酸，蒸發至乾，加一百五十立方厘米水化之，通入硫酸二氣。多餘之氣，須煮之使完全散去，滴入百分之一濃度之過錳酸鉀規定液試之。

合金除鐵外，如含有他種金類，須先分出，然後試之。

第四節 鉬 Molybdenum

(子) 鉬鑛與鉬質 Ores and products of molybdenum

自然鉬鑛——爲硫化鉬 Molybdenite 土形鉬 Molybdic ochre 鉬酸鉛 Wulfenite；及別種鉬酸化合物之鑛，惟不多見。銅鐵等鑛，每含有鉬，冶煉之時，收於煉渣。自硬鋼亦有含鉬者。鉬鉬酸爲習見之試料，染料中亦參有焉。

硫化鉬鑛 Molybdenite (MoS_2)——係鉛灰色金狀之鑛，性軟，能受刀割而不耐槌擊，甚與筆鉛鑛相似，惟色較白耳。能染手，亦能畫紙，以手拭之極光滑，條痕黑綠色。用吹筒火燒之，有如硫養二氣之臭味；與硼砂配合，顯鉬之作用。

土形鉬鑛 Molybdic ochre——形如土質，黃白色，亦有棕色者。

鉬酸鉛鑛 Wulfenite——棕黃色或橘紅色，光澤如腊。硬度二·五至三，重率六·三至六·九。性脆，結晶爲方錐體，亦有板形塊形者。以吹筒火燒之，顯鉛之作用。

鉬酸鉀質 Ammonium molybdate ($(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$)——商場所售者，程式爲 $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ，係含鉬之主要化合物，用以考察燐酸及鉛鹽等質。

(丑) 鉬鑛之考驗 Assay of molybdenum ores

鉬酸在中立性液內，能與鉛結爲鉬酸化鉛之沉澱，由此沉澱之重，可以推出鉬之成分，法甚簡捷，特述如左：

法將含鉬之礦，碾爲細粉，秤出二至五格蘭姆，以王酸化之，使鉬變爲鉬酸。再加濃硝酸，速行蒸發，至溶液量大減，俾綠氣散出。然後漸漸蒸乾，再以養輕鉍消化，過濾洗之。濾下之液，濾加硝酸或醋酸，使略變中立性。煮之至沸，加醋酸化鉛再沸之，其乳形即不見，沉澱清利。沉定後浸出溶液，收沉澱於石腦油濾紙，過濾，用攝表百度之熱乾之，用熱水洗之。濾下之液，不應帶有乳形，其濾得沉澱，爲鉬酸化鉛 $PbMoO_4$ ，復用攝表百度之熱乾之，乾後稱之。

或將此沉澱乾後，由濾紙取下，（所用濾紙，以光面者爲宜。）移入瓷鍋；將濾紙另燒之，其灰燼亦加入沉澱，用初紅熱炙之亦可。

鉬酸鉛 *Molybdate of lead* 之程式爲 $PbMoO_4$ ，其重之百分之二六·一三二爲鉬。

(寅) 鉬質之考驗 *Assay of molybdenum products*

法將二格蘭姆含鉬合金（鉬鋼），用鹽酸化之，略參硝酸使之養化。過濾，漸傾入二百立方厘含百分之五之苛性蘇打 $NaOH$ 液中，傾時須時時攪之。鐵錳結爲沉澱，鉬在液中。移入立特瓶，參水至半立特，搖動久之，濾出二百五十立方厘。（其中之鐵，約爲一格蘭姆，）小心參入鹽酸，至近中立性，再略參少許，煮沸數分鐘，逐去炭酸氣，復加醋酸鈉以去鹽酸之力，又加醋酸少許。趁液熱時，

將醋酸鉛液加入，所得沉澱，立即過濾，濾得之質，洗後乾之，炙之，秤之，其重之〇・二一六爲鉬

(卯)結論

鉬爲稀有之鑛質，福建浙江等省，陸續發見，產地亦多，雖率均儲量不大，然或再有發見之希望

第五節 鈾 Uranium

(子)鈾鑛 Ores of uranium

自然鈾鑛——爲 Pitchblende 土形鈾鑛 Uranium ochre 磷酸鈾銅鑛 Uranite 鈾射酸石灰鑛 Autunite 硫酸鈾鑛 Johannite 及他種罕見之鑛質。

養化鈾及鈾酸鈉——爲含鈾之要質，養化鈾爲塗玻璃之黃料，鈾酸鈉爲棕色料。

硝酸鈾及醋酸鈾——皆爲恒用之試料。

黑鈾石 Pitchblende——爲極重如漆黑之鑛質，性硬，漆形光澤，條痕綠黑色，硬度五至六，重率六・五至八。

土形鈾鑛 Uranochre——爲草色至橘黃色鑛質，性軟如土，能碾爲碎粉。

磷酸鈾銅鑛 Uranite——爲亮綠色雲母狀鑛質，結晶者恒爲方片，珍珠光澤，硬度二至二・五，

含有水質。以吹筒火燒之，顯銅之作用。

鈾弱酸石灰鑛 Antinite —— 爲淡綠色或黃色鑛質，性同前鑛，惟以石灰易銅耳。

硫酸鈾鑛 Johanite —— 爲含水硫酸化鈾鑛質。

綠鈾鑛 Pitchenz —— 性軟，條痕爲菓綠色。

雜鈾鑛 Cornetie —— 爲複雜之鑛質。

又 Liebigit 及 Voglita —— 皆綠色，爲碳酸鈾石灰及銅之參合鑛質。

(丑) 鈾鑛之考驗 Assay of uranium ores

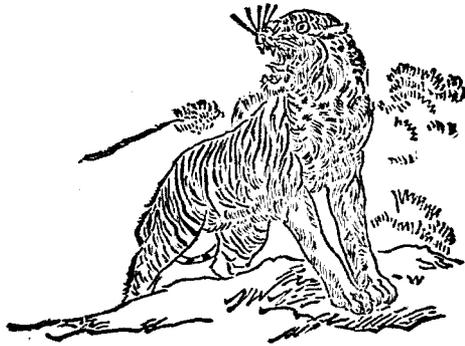
鈾鑛恒含他金，照常法分去後，所餘者爲鈾。在溶液中加入養輕銻液，能結爲養輕化物之沉澱，次之卽變爲養化鈾，其法如左：

將含鈾之鑛質研爲細粉，秤出二至五格蘭姆，以濃硝酸沸之，然後蒸發至乾；若未完全溶化，須加濃硝酸復煮一次。所得蒸乾之餘物，以鹽酸化之，參水，乘熱通入硫化輕氣。過濾，所得沉澱洗之；濾下之液，加熱至沸，用硝酸養化，再加養輕銻以去其酸，多加炭酸化鈾沸之。其沉澱中除銻以外，他金類皆在其內。過濾洗之，（如沉澱過多，須以鹽酸重化之，重結之如前，）濾下之液，先加鹽酸使變酸性，再多加養輕銻，煮沸至一二分鐘之久，過濾。濾得沉澱，以綠化銻液洗之，再以水洗之。乾後炙燒，俟冷秤之，所得之重，爲二養化鈾及三養化鈾之合質，由此可推出鈾。

鑛學大意

二四四

二養化鈾及三養化鈾合質之程式爲 $DO_2 \cdot 3UO_2$ 。其重之百分之八四・九三八爲鈾。



第二編 分析法

第一章 煤

第一節 煤之種類 Varieties of coal

煤質又名石炭，種類甚多，舉其要者，約分五類：

- (一) 無煙煤 Anthracite
- (二) 煙煤 Bituminous coal
- (三) 燭煤 Cannel coal
- (四) 褐煤 Lignite
- (五) 泥煤 Peat

(一) 無煙煤 Anthracite —— 此為煤層中之最老者，成於水成岩中，所經變遷甚多，其中所含炭質之量亦最大，約為百分之九十。色黑如漆，質性堅硬，光澤甚強，觸之亦不染手。燃燒時無煙而發熱甚多，可供軍艦汽機及煉鋼廠之用。

(二) 煙煤 Bituminous coal —— 又名黑煤，所含炭質較無煙煤為低，約為百分之八十左右。色最黑，光澤亦強，燃之發煙甚多，有時有異臭。較尋常木炭火力約大三倍之多，便於蒸氣機關（如火車鍋

爐)及製造諸工業之用。此外又能焙燒焦炭(Coke)以供冶鐵之用。其製時所發之氣質，本生Benzene，石炭酸，及他耳Etar等，功用亦甚大。

(二)燭煤(Cannel coal)——此較烟煤略硬，惟其光澤暗晦。含炭成分約為百分之七十，富於炭輕化合物。燃時發燭甚長，如燭燭然，極宜於製造煤氣之用。

(四)褐煤(Lignite)——又名棕煤(Brown coal)，此質較黑煤含炭尤少，僅約百分之六十左右。色褐，生成尚新，有木理。以苛性加里液煮之，則其液現褐色，故名。燃之發濃烟，且帶臭氣，尋常燃料多用之。

(五)泥煤(Peat)——色褐如木，質亦甚輕。沼澤之地，有水草等物之堆積，堆積既久，旋生植炭，即泥煤之成因也。含炭成分最少，約為百分之五十。質甚粗鬆，可供燃料，惟火力甚弱，是為最劣之煤質。

第一節 煤炭分析法 Coal analysis

煤，燃料也；其質性之宜者求者如下：(一)粘性——煤之質性，與其所成焦炭之多寡，形性及重量，均極有關係，如烟煤宜於煉焦，故粘性極佳。(二)灰分——煤質經完全燃燒之後，所餘者為灰分，其質性及多寡，由煤中所含之各質定之，煤之優劣，亦以此分焉。若含鐵硫二質過多，則煤在冶鍊學中，即為無用之物矣。(三)熱量——煤經燃燒時所發熱之多寡，謂之熱量，以克羅利計之。(四)水

分——煤質中所含之水，燒至攝氏表百度，即行失去，然此亦非其完全之水也。此外硫及他質，有時亦須用法考求；貴重元質，有時由其灰燼中尋出，但不多見耳。

(1) 取標本法 Sampling

取標本之主旨，在考究煤炭平均成分，故宜各處採取，以多為佳。法將煤質碎為小塊，使其最大之塊，不多於全數之二千分之一。以小鐵鏟攪之，使其和勻；然後每次取一鏟，左右置之，分成兩堆，任取一堆，復左右分之，疊次如此，至所取之數為原數四百分之一為止。由此中取出一磅，研碎成粉，使過每方寸十三孔之篩；不分大小，稱出二十格蘭姆，再研之，使過每寸八十絲之細篩；然後以玻璃瓶或玻璃管盛之，實以橡皮塞，以備分析。

(1) 求重率法 Determination of specific gravity

普通所用求煤質重率之法有二：第一便於試塊煤之用，第二便於試粉煤之用，茲悉述如左：

(一) 試塊煤法——即將煤一塊，先在空氣中稱之，再用髮懸掛置入水中稱之；以在水中所失之重，除在空氣中之重，即得此煤之重率。

(二) 試粉煤法——取一玻璃瓶，其容量可置水一百格蘭姆，裝滿以水，水之溫度在攝表十五度，稱之。秤後將水傾出，秤二至三格蘭姆粉煤，裝入瓶中，用水浸覆，並使調勻，然後再加水至瓶滿，水之溫度同前，蓋密瓶口，將瓶外拭乾，再秤之。以煤在空氣中之重，加瓶及水之重，減去瓶水及煤之

驗鑪學大意

共重所得之數，除煤在空氣中之重，即得此粉煤之重率。

試驗結果：

(一)塊煤

試驗	煤在空氣中之重	煤在水中之重	煤在水中所失之重	煤之重率
一	五·三六	一·二三七	四·一二三	一·三〇
二	四·九三	一·二三三	三·六九七	一·二八
三	四·七七	〇·九一九	三·八五一	一·二九
平均成分				一·二九

(二)粉煤

試驗	煤在空氣中之重	瓶及水之重	瓶水及煤之重	煤之重率
一	五·〇			一·二九
二	五·〇			一·三〇
三	五·〇			一·三〇
平均成分				一·三〇

附計算法

(一) 塊煤之計算——設煤在空氣中之重為W格蘭姆，煤在水中之重為 W_1 格蘭姆，塊煤重率為G，則有式如左：

$$\frac{W}{W - W_1} = G$$

(二) 粉煤之計算——設煤在空氣中之重為W格蘭姆，瓶及水之重為F格蘭姆，瓶水及煤之重為 F_1 格蘭姆，粉煤重率為G，則有式如左：

$$\frac{W}{W + F - F_1} = G$$

(三) 求焦炭法 Determination of coke

取一坩鍋，用砂石磨平其口，並磨其蓋，使之相合。將所取之粗質標本煤，稱出五十格蘭姆，置坩鍋中，約估其鍋容積之半，以蓋掩之，以坩泥封之，全體安於焦炭火爐中燒之，俟其揮發分洩盡為止，需時約十五分至二十分鐘之久。當燃燒時，須記其火燄之長短，燒畢，將坩鍋四圍之火撤去，小心將鍋取出冷之，未冷之時，切勿揭蓋。冷後取出稱之，即可知焦炭之多寡，並驗其質之密否，粘之緊否及性之硬否。

試驗結果：

(甲) 煙煤之試驗

第三編 分析法

驗鑛學大意

煤質之量

五〇・〇格蘭姆

焦炭之量

三四・二格蘭姆

揮發分每百分

六八・四〇

(乙)半烟煤之試驗

揮發分每百分

三一・六〇

煤質之量

五〇・〇格蘭姆

焦炭之量

四三・〇格蘭姆

揮發分每百分

八六・〇〇

(丙)無烟煤之試驗

揮發分每百分

一四・〇〇

煤質之量

五〇・〇格蘭姆

焦炭之量

四六・〇格蘭姆

揮發分每百分

九二・〇〇

揮發分每百分

八・〇〇

(附記) 燒時所發之火燄，以煙煤爲最長，半煙煤次之，無煙煤又次之。且其所得之焦炭亦各不

同：無煙煤焦炭爲黑色碎末；半煙煤焦炭，分塊形碎形二種，質鬆而軟，爲黑灰色；煙煤焦炭，純係塊形，質性堅硬，爲銀灰色。

(四) 求灰分法 Determination of ash

將粉煤標本用細天秤稱出五格蘭姆，置於已秤過之瓷鍋中，放入馬福 Muffle 爐中之邊旁，俟熱後置入爐內，燒至其炭質盡時爲止。當燒時，如煉爲焦，可用鉗絲碎之，使炭質燃盡，至鍋內無灰黑色時，取出冷後秤之。再放入爐內，經十分鐘後取出，冷後秤之。若兩次所秤之重無變更時，以小刷刷於玻碟內，再秤瓷鍋，減之即得。當刷時，務使瓷鍋潔淨。

試驗結果：

(甲) 烟煤之試驗

烟煤之量	五・〇格蘭姆
瓷鍋之量	一〇・四八三格蘭姆
瓷鍋及灰分之量	一〇・九〇三格蘭姆
灰分之量	〇・四二三格蘭姆
灰分每百分	八・四六

(乙) 半烟煤之試驗

第三編 分析法

驗礦學大意

煤質之量

五・〇格蘭姆

瓷鍋之量

八・四九四格蘭姆

瓷鍋及灰分之量

九・〇九三格蘭姆

灰分之量

〇・五九九格蘭姆

灰分每百分

一一・九八

(丙)無烟煤之試驗

煤質之量

五・〇格蘭姆

瓷鍋之量

四・四九五格蘭姆

瓷鍋及灰分之量

八・八一五格蘭姆

灰分之量

〇・三二〇格蘭姆

灰分每百分

六・四

(附記) 如灰燼之色帶紅綠色斑點時，必為鐵之養化物，即知所試煤內含有硫化鐵也。

(五)求熱量法 Determination of calorific power

此法所用儀器有二種：一為馬拉鋼彈儀 Mahler bomb calorimeter、一為脫母薄生氏銅管儀 Thompsons calorimeter。鋼彈儀雖準確，而手續繁多，不便於用，故平常用者，多為脫母薄生氏儀。法用細

秤將細樣煤秤出二格蘭姆，放玻璃碟內，徐徐在熱盤上乾之。將鉀綠養三及火硝分碾之，使各過每方寸六十絲之篩，漸漸乾之。秤出十八格蘭姆鉀綠養三及三格蘭姆火硝，立與標本煤質摻和，移入燃管，插以引火綫（此綫為棉花綫潤於硝液中取出乾後所成，長約寸許），以火燃着，蓋罩於其上，且其罩上端之塞須閉。然後將全體移入玻盃中，玻盃之水，為一九三四格蘭姆，其熱度須先記之。當燃燒畢後，開其罩之上塞，上下搖動之，以使水之熱度均勻；同時須以寒暑表檢驗水之熱度，將其最高之度數誌之，此熱度之增加，即係煤炭所發之熱收於較其自重九六七倍之水之結果，因水氣在寒暑表百度及七六種之壓力時，其隱熱為九六七也。此法用時，恆失若干熱於器具之上，故計算時，須加入全熱之百分之十。

試驗結果：

(甲) 烟煤之試驗

試驗前水之熱度

二五·五度

試驗後水之熱度

三三·五度

實增熱度

八·〇度

失去之熱

〇·八〇度

應增熱度

八·八〇度

第三編 分析法

驗鑛學大意

熱量

八八〇〇克羅利

(乙)半烟煤之試驗

試驗前水之熱度

二五・七度

試驗後水之熱度

三三・九度

實增熱度

八・二度

失去之熱

〇・八二度

應增熱度

九・〇二度

熱量

九〇二〇克羅利

(丙)無烟煤之試驗

試驗前水之熱度

二四・五度

試驗後水之熱度

三三・〇度

實增熱度

八・五度

失去之熱

〇・八五度

應增熱度

九・三五度

熱量

九三五〇克羅利

(丙) 求水分法 Determination of moisture

秤二格蘭姆細粉煤標本於已知重量之玻盤內，置於熱水爐內乾之。過半點鐘後，取出冷之，秤之；然後再置爐內熱之，至十五分鐘之久，取出冷之，秤之，如此作法，至其重量不變時為止。其所失之重，即為水分。

試驗結果：

(甲) 烟煤之試驗

粉煤重量

二·〇格蘭姆

未熱時玻盤及煤之重量

一〇·四三五格蘭姆

已熱後玻盤及煤之重量

一〇·三九五格蘭姆

失去重量

〇·〇四〇格蘭姆

水分之百分數

二·〇

(乙) 半烟煤之試驗

粉煤重量

二·〇格蘭姆

未熱時玻盤及煤之重量

一〇·四三五格蘭姆

已熱後玻盤及煤之重量

一〇·四〇〇格蘭姆

第三編 分析法

驗鑪學大意

失去重量

〇・〇三五格蘭姆

水分之百分數

一・七五

(丙)無烟煤之試驗

粉煤重量

二・〇格蘭姆

未熱時玻盤及粉煤之重量

一〇・四三五格蘭姆

已熱後玻盤及粉煤之重量

一〇・三九〇五格蘭姆

失去重量

〇・〇四四五格蘭姆

水分之百分數

二・二五

(七)求硫黃法 Determination of sulphur

硫在煤內，或為鐵硫二，或為鹼土屬之硫酸化質，或含於生物質內。普通分析之法有二，咸便於用，故分述之：

第一法——先將純鹽二份與純硝一份攪合，秤出四十格蘭姆，再將粉煤標本秤出二格蘭姆，使與攪合之質和勻，徐徐放於鐵鍋中，以吹管焙燒之，勿使火燄與鍋底相切，以防鐵內之硫移入煤內。將焙後之質化於水中，略加鹽酸，使之盡化，過濾，濾下之液，摻少許水，加熱至沸騰以驅逐其碳酸氣。然後將熱鎂絲二加入，則液內之硫酸，即與鎂配為鎂硫酸白色沉澱。使定數鐘之久，或經過竟夜

；過濾後乾之燒之，即得鉬硫養四，由此即知硫之多寡。但此所用之鐵鍋，恒含硫質，不免入於試硫之內，故須作一無煤試驗，將所得之硫由總試驗所得者減之。

第二法——先將鎂養二份與鉀二炭養三一份摻和，秤出二格蘭姆，放於盜鍋內；再秤二格蘭姆粉煤標本，使與此摻和。燒之至暗紅熱，經一鐘之久，冷之，移入玻盃內，加二立方厘溴水，再加少許鹽酸，使變為酸性。沸之，逐出多加之溴；過濾，濾液內所含之硫，已變為硫酸，加鉬綠二水，即結為鉬硫養四之白色沉澱。濾出，乾後燒之，秤之。由鉬硫養四之重，即可將硫之百分數推出。

試驗結果：

(甲) 烟煤之試驗

煤質重量

二·〇格蘭姆

盜鍋及鉬硫養四之重量

一〇·八四九格蘭姆

盜鍋重量

一〇·五四格蘭姆

鉬硫養四重量

〇·三〇九格蘭姆

硫之百分數

二·〇六

(乙) 半烟煤之試驗

煤質重量

二·〇格蘭姆

第三編 分析法

驗鑛學大意

二五八

瓷鍋及鋇硫養四之重量

九·三五六格蘭姆

瓷鍋重量

九·〇八二格蘭姆

鋇硫養四重量

〇·二七四格蘭姆

硫之百分數

一·八八

(丙)無烟煤之試驗

煤質重量

二·〇格蘭姆

瓷鍋及鋇硫養四之重量

一〇·六五九格蘭姆

瓷鍋重量

一〇·四二四格蘭姆

鋇硫養四重量

〇·二三五格蘭姆

硫之百分數

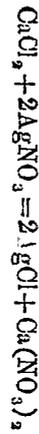
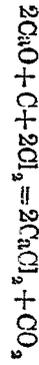
一·六一

(八)求綠氣法 Determination of chlorine

普通試驗，不求此質；但若所用之煤，其燃燒發出之氣，須與銅及黃銅鍋爐片相切時，則綠氣考驗，反轉爲重要。

秤十格蘭姆標本煤質，研爲碎粉，與二十格蘭姆蘇打石灰或純石灰參和，置於瓷鍋，放入馬福爐中，用暗紅熱燒之，至炭質完全燒盡爲止。燒後取出冷之，用水化之，如難化時，可參用硝酸少許。

過濾，濾下之液，其中含有綠化物，綠氣多寡，用硝酸銀考之，所得之沉澱為銀綠。將液煮之至沸，並將銀綠沉淀後，過濾洗之，燻乾燒之，秤之，所得之重為銀綠，其中百分之二四·六四為綠，其化學程式如左：



試驗結果：

試驗	原用煤質重	銀綠及盜鍋重	盜鍋重	銀綠重	綠之成分
一	一〇〇〇	一一·三四二	一一·二四五七	〇〇·九六三	〇〇·二三八二
二	一〇〇〇	一二·九六一	一二·八六二八	〇〇·九八二	〇〇·二四二八
三	一〇〇〇	一一·七四七	一一·六四一六	〇〇·九五四	〇〇·二三五八
平均成分					〇〇·二三八九

附計算法

設原用煤質重為X格蘭姆，銀綠重為W格蘭姆，其中百分之二四·六四為綠，成分為P，則有式如左：

第三編 分析法

$$W \times 0.2161 \times \frac{100}{X} = P$$

各煤質分析結果之總表

質 別	百分率		揮 發 分	焦 炭	純 炭	灰 分	硫 磺	水 分	別 量
	烟	煤							
	烟	煤	三一·六〇	六八·四〇	五九·九六	八·四六	二·〇六	二·〇〇	八八〇〇·〇〇 <small>以克羅利計</small>
	烟	煤	一四·〇〇	八六·〇〇	七四·〇二	一一·九八	一·八八	一·七五	九〇二〇·〇〇 <small>以克羅利計</small>
	無 烟	煤	八·〇〇	九二·〇〇	八五·六〇	六·四〇	一·六一	二·二五	九三五〇·〇〇 <small>以克羅利計</small>

第二章 鐵

第一節 鐵之種類 Different forms of iron

純鐵為化學元質之一，無甚功用，其硬度為攝表一千六百度，較應用各種鐵之成分咸高。應用之

鐵，恒參炭質，炭質之多寡不同，鐵之名稱遂異，大約含炭最多者為生鐵，最少者為熟鐵，平均者為鋼。

鐵中除炭以外，尚含砂磷硫等不潔之質；惟均有一定之界限，在此界限以內，或使鐵質適於特別之用途。茲特將三種鐵之要義，分述如左：

(一)生鐵 *Pig or cast iron*

此為鼓風爐所出之鐵質，甚不純淨，性亦極弱。普通生鐵約含純鐵百分之九十四，炭百分之四，其他雜質如砂磷硫錳等，其為百分之二。由鼓風爐初出者，謂之豬鐵 *Pig iron*；熔鑄為一定形式，即名鑄鐵 *Cast iron*。豬鐵極不純潔，含鐵有僅百分之九十者，亦有達百分之九十六者，炭自百分之一。五至百分之四。五。燒至攝表一千二百度，即能熔化。商場所售生鐵，約分三種：曰白生鐵 *White cast iron*，曰白灰生鐵 *Mottled cast iron*。曰灰生鐵 *Grey cast iron*。此三種生鐵所以形成之理由，全視乎爐內熱度之高低而定：熱度高則為灰生鐵，熱度平均則為白灰鐵，熱度低則為白生鐵，故欲製何等鐵料，即以熱度之高下為標準。司冶者恒能以煉渣之色別，而定生鐵之種類，如煉渣現黑色則為白鐵，灰色則為白灰鐵，白色則為灰鐵，此等特識，皆由經驗而得之。至生鐵之所以有白鐵白灰鐵及灰鐵之別者，則以鐵中之炭質有化合與不化合之故也。不化合灰，又名筆鉛炭，鐵中筆鉛炭多，則為灰鐵，化合炭多，則為白鐵。茲特將其分析表列之於左：

第三編 分析法

驗鐵學大意

二六二

灰生鐵	筆鉛炭	三·六	化合炭	〇·四
白灰生鐵	筆鉛炭	二·〇	化合炭	二·〇
白生鐵	筆鉛炭	〇·四	化合炭	三·六

上表不過舉其大要，而各生鐵之成分，亦隨地而異。此外尚含砂磷硫錳等質，大約筆鉛炭多，砂之成分即高，磷硫錳不隨之而變異也。

(一) 熟鐵 Wrought or malleable iron

此係由返射爐煅煉所成之鐵，乃鐵中之最純者。性軟，質較生鐵為密。燒至紅熱，有粘性，能熔合，此與生鐵異，與含炭極低之鋼相似，惟不能熔鑄。又燒熱時忽浸於水，性不變硬，此又與鋼異也。熟鐵製成時，不為溶質，乃為濃泥質，故恒含百分之一至二之煉渣。炭質在百分之〇·一二以下，炭雖能增鐵之硬性，但對於錘薄延長引磁引電等性，均行減少，熟鐵含炭甚微，故以上各性，均甚佳也。所含砂磷硫錳亦甚少。茲將其分析表列之如左：

化合炭	〇·一五	筆鉛炭	無
砂	〇·一四	磷	〇·一四
硫	〇·〇四	錳	〇·一〇
鐵	九九·四三		

熟鐵斷面爲絲形，微夾有煉渣，爲平常目力所不能見，惟顯微鏡能窺測之。冶金家多以其組織體之煉渣形色，定其鐵性之高下；若其斷面所現之煉渣，平整勻齊，則知其尙未經過碾錘等機也；若其斷面之煉渣，參差不齊，或現橫長形，則知其已經過碾錘等機。此惟熟鐵爲然，他若鑄鐵與軟鋼料，其組織體則無此等特別情形也。

(11) 鋼 Steel

古法製鋼，係將熟鐵與炭同燒，鐵收炭質，卽變爲鋼，是鋼乃鐵炭之合金也。然此終非其定名，因鋼在冶金學中，乃難名之物。較生鐵質純而堅，含鐵百分之九十八有餘，炭百分之二·二至〇·五，砒磷硫錳亦少。能熔鑄，燒至紅熱（攝表七〇〇至八〇〇），可製爲各種形式。當紅熱時，忽浸於水，能增硬度，故與熟鐵亦異。用途極廣，價值亦昂，通用者有軟硬之別，此視含炭質之多寡以爲衡焉。茲將普通鋼之成分，列如左表：

化合炭	一·二二三	筆鉛炭	無
砂	〇·〇八	磷	〇·〇七
硫	〇·〇六	錳	一·〇八
鐵	九八·〇八		

第二節 鋼鐵分析法 Iron and steel analysis

第三編 分析法

鋼鐵中除純鐵外，尚含雜質如砂硫錳磷炭及鉻鎳鉛錫鉍鈳等元質。但鉻鎳鉛錫鉍鈳等質，多合於特別鋼中，其尋常所含之質，惟砂硫錳磷炭五種，故普通鐵工廠化驗室中，皆認此五者有考查之必要，蓋其成分之不同，即鋼鐵之優劣所由分也。茲將此五者分析之法，分述如左：

(一) 砂質之考驗 Estimation of silicon

秤鋼屑(或鐵屑)五格蘭姆，傾入玻璃杯中，加入三十立方厘米鹽酸，以蓋覆之，放於熱鐵板上邊熱之。俟鋼屑全溶解後，以沸水或鹽酸少許，將玻璃杯邊上所粘之質洗入杯底，再置於鐵板中間之最熱處以煮之。迨其蒸發既乾，使仍在鐵板上烘之，經十五分鐘之久，將玻璃杯由鐵板取下，而放於石棉布上以冷之。然後加入十五立方厘米鹽酸，再照樣煮乾烘之。冷後加入十至十五立方厘米淡鹽酸，並五十立方厘米沸水，將此溶液以十一生的無灰濾紙濾之。濾盡時，先洗之以帶鹽酸之水，後洗之以冷水，約須五六次，紙即全現白色。取下乾之，再放於瓷杯內，送入爐內燒之。燒畢，取出冷之，用天秤權之，即得砂養二之重，砂之多寡，即可由此推出。

砂養二之化式為 SiO_2 ，每百分中含砂為四六·七二九分。

試驗結果：

質別	重數及百分數	試驗
		一
		二

砂	養二及紙灰重	〇〇一五一〇	〇〇一五〇〇
紙	灰重	〇〇〇〇三六	〇〇〇〇三六
砂	養二重	〇〇一四七四	〇〇一四六四
砂	養二每百分	〇〇二九四八〇	〇〇二九二八〇
砂	每百分	〇〇一三七七〇	〇〇一三六八〇

按試驗，鋼質含砂平均成分為百分之〇・一三七二五。

(附記) 所用之濾紙為有灰者，故將紙灰求出減之。

(一) 硫質之考驗 Estimation of sulphur

取五格蘭姆鋼屑(或鐵屑)，用二十立方厘米硝酸酸化於杯中，加十立方厘米鹽酸，加時須小心以蓋覆之，放於熱鐵板上熱之。溶後洗之，煮之，乾之，烘之，法與分析砂質相同，惟烘時須經一點鐘之久，俾硝酸得以盡去。冷後加入十至十五立方厘米鹽酸，再煮乾烘至十分鐘之久，期得佳果。冷後用少許鹽酸化之，加以沸水，過濾以去砂養二；其所得之溶液中含硫養四，再用下法考之。

法於溶液中加入養輕錳，至現少許棕色之沉澱(即鐵二(養輕)六)時為止，以鹽酸消之，再添二立方厘米沸之。於此沸液中加入冷銀綠二液(此液須為半飽和液)，加時須滴滴傾之，加後沸之至十分鐘

，以九生的濾紙濾之。濾畢，用熱水洗至二十次乾之，照常燒之，稱之，所得之重量，為鉬硫酸四。
 鉬硫酸四之化式為 FeSO_4 ，每百分中含硫為一三·七四八分。

試驗結果：

質 別	重 量 及 百 分 數	
	試 驗 一	試 驗 二
硫 養 四 及 紙 灰 重	〇・〇〇九六	〇・〇〇九五
紙 灰 重	〇・〇〇〇二	〇・〇〇〇二
鉬 硫 養 四 重	〇・〇〇九四	〇・〇〇九三
鉬 硫 養 四 每 百 分	〇・一八八〇	〇・一八六〇
硫 每 百 分	〇・〇二五九	〇・〇二五五

按試驗，鋼質含硫平均成分之〇・〇二五七。

(附記) 所用之濾紙為有灰者，故求出由鉬硫酸四中減之。

(三) 錳質之考驗 Estimation of manganese

錳之分析，或用溴水使結為含水之錳三養四，或使之變為過錳酸以驗其色；後法雖快，但不如前者之精確，茲將溴水法詳述於下：

秤錫屑(或鐵屑)二格蘭姆，刷入玻璃杯中，加二十立方厘米鹽酸及十立方厘米硝酸，放於鐵板上熱之。俟其全行溶解而紅煙去盡時，移入二立特容積之玻璃瓶中，加入一百立方厘米沸水，於是將養錳水加入，每次數滴，搖動之，見有沉澱，即行停止。此時溶液中，已現有無數棕色之顆粒(此顆粒為鐵(二)養錳(六))，若太多，則以鹽酸消之，使變少許為止。然後再加錳炭養錳，亦每次數滴，先為黑色，加之稍多，即現黃色，又復停加。後加以鹽酸數滴，至沉澱全行消滅為止，熱之，加入十立方厘米醋酸錳飽和液，沸之。越三分鐘而使之經過雙層大濾紙，濾後以沸水洗之，於濾下之液內，加入溴水至變深紅色為止。越十五分鐘再加養錳水約二十立方厘米，亦搖動之，俟白煙盡行散去，則將瓶放於鐵架上沸之，錳之沉澱即行上浮。以無灰大濾紙濾之，洗之，取下乾之，放入磁皿內燒之，冷之，秤之，即得錳三養錳四之重量。

錳三養錳四之化式為 Mn_2O_4 ，每百分中含錳為七二·〇二九分。

試驗結果：

質 別	重 量	
	試 驗	一
錳三養錳四及鐵二養錳三	重	〇·〇一六四
鐵二 養錳三	重	〇·〇〇一一
		二
		〇·〇一六〇
		〇·〇〇一一

錳三	養四	重	〇・〇一五三
錳	每	百	分
			〇・五五〇八
			〇・〇一四九
			〇・五四〇〇

按試驗，鋼質含錳平均成分為百分之〇・五四五。

(附記) 錳三養四中恒含有鐵二養三，故試出減之。

(四) 磷質之考驗 Estimation of phosphorus

普通所用考磷之法有二：一為銹鉬酸沉結法，一為鎂混合物沉結法。二法之中以第一法為簡捷，故特叙之如下：

秤鋼屑(或鐵屑)二格蘭姆，傾入瓶中，加以二十立方厘米硝酸及十立方厘米鹽酸，溶解後煮之至乾，烘之，用少許濃鹽酸化之，加入三十立方厘米沸水，濾去砂養二，洗一二次。濾下之液，以六十立方厘米為宜，熱度宜在八十度以內，加入養輕銹水以結其鐵。再用硝酸消之，多加二立方厘米，然後加十立方厘米之十銹鉬酸液及二立方厘米硝酸，振搖之，使其在熱鐵板之一隅或熱水爐之上端，約經四十五分之久，瓶內即有黃色沉澱呈現。俟其全結，用小濾紙將沉澱濾過；洗時用含硝酸百分之二之冷水，以免鐵之存在。其濾下之液為廢物，惟其漏斗內之沉澱，宜連紙取出，展於磁盤之上，放熱鐵板上乾之。乾後徐徐將沉澱由紙刮於玻璃內秤之，所得之沉澱為銹鉬磷酸。

銹鉬磷酸之化式為 $(\text{NH}_4)_2\text{M}_2\text{O}_2\cdot\text{P}_2\text{O}_5\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，每百分中含磷為一・六三分。

試驗結果：

質別	重數及百分數試驗	
	一	二
鋼屑重	二·〇〇〇〇	二·〇〇〇〇
玻碟與銦鉬磷酸重	四·六九三三	四·八六七八
玻碟重	四·六五二〇	四·八二五〇
銦鉬磷酸重	〇·〇四一三	〇·〇四二八
磷每百分	〇·〇三三六	〇·〇三四九

按試驗，鋼質含磷平均為百分之〇·〇三四二。

(五)炭質之考驗 Estimation of carbon

炭在鋼鐵之中，分筆鉛炭與配合炭二種，合之名曰完全炭，而求其成分之法亦因之而異，普通用者有二：一燃燒法，一比色法。以燃燒法求完全炭，以比色法求配合炭，二者相減，即得筆鉛炭。平常鋼鐵廠所考者，恒為配合之炭，而其所用亦多係比色法，取其便利也。此法為英人意加志(Young)所創，專用以考配合炭之鋼鐵，惟須有一標準鋼料，其內所含炭質與所試之鋼鐵不甚相遠，然後能以顏色之不同而比較之；若含炭百分之一〇之鋼與含炭百分之〇·二之鋼相較，反甚困難，以其相去

適遠也。既擬定所欲用之標準鋼料，則先秤鋼屑二格蘭姆，後秤標準鋼料亦二格蘭姆，各刷入試驗管中，試驗管上標有記號，以便分別，於各試管內加以三立方釐之淡硝酸，俟其棕氣放盡後，則由蓋孔插入沸水杯中，時搖動之。迨鋼屑全行消化，則將二試驗管之溶液傾入量容積之管中，而量容積管上亦各標以記號，以免混亂，於是檢視兩容積管之色，而加水於色之深者，至兩容積管內之色相同而止，然後觀其容積之大小而計定其炭分。如使標準鋼之容積為二一・〇立方釐，其含炭為百分之〇・五三六，而試鋼之容積一九・五立方釐，則其含炭必為百分之〇・四九六，其算式如下：

標準鋼之容積：所試鋼之容積 = 標準鋼之炭量：所試鋼之炭量

所試鋼之炭量 = $\frac{\text{所試鋼之容積} \times \text{標準鋼之炭量}}{\text{標準鋼之容積}}$

試驗結果：

鋼	容積及百分數	試驗
標準鋼容積	二一・〇〇	二一・〇〇〇
試鋼之容積	一九・五〇	一九・〇〇〇
標準鋼每百分所含之炭	〇・五三六	〇・五三六〇
試鋼每百分所含之炭	〇・四九六	〇・四八四〇

按試驗，鋼質含炭平均為百分之〇・四九。
鋼質分析結果之總表

質別	百分率	試驗	第一試	第二試	平均
砂	〇・一三七七	〇・一三六八	〇・一三七二五		
硫	〇・〇二五九	〇・〇二五五	〇・〇二五七〇		
錳	〇・五五〇八	〇・五四〇〇	〇・五四五〇〇		
磷	〇・〇三三六	〇・〇三四九	〇・〇三四二〇		
炭	〇・四九六〇	〇・四八四〇	〇・四九〇〇〇		

第三章 合金

第一節 各種合金 Different kinds of alloys

兩金類同熔，冷後或分為二層，或合為一質，此合質名曰合金 Alloys。即分為二層時，則每層之金，並非純質，仍含若干他金，亦為合金。合金與化學雜質不同，因其元點無一定之比例也。普通純金類功用甚少，故恒參合他金以應適當之需要。茲將習見之各種合金，分別列左：

第三編 分析法

一、黃銅 Brass —— 爲銅與鋅之合金，恒含他質少許，有原存者，亦有專加者。所含之銅，自百分之五十至九十，以七十爲佳；鋅自十至五十，以三十爲佳；鉛係由鋅帶入，不得超過百分之一，惟下等黃銅，含銅成分較低，而鉛則每增至百分之四；鐵不應多於百分之〇·二五，是由器具帶入；不應含錫，故須能完全化於硝酸（如有錫時照試青銅法試之）。平常分析此種合金，考驗其銅鋅鉛鐵即足，鉍鑿亦恒注意及之，新近亦有參鉛鎳錳鎊及磷者。

二、青銅 Bronze —— 爲銅與錫之合金，含銅百分之八十，錫百分之二十，有時含鋅及少許他金。炮金含銅百分之九十，錫百分之十，須不含鋅；幣金含銅百分之九十四，錫百分之五，含鋅少許（平常爲百分之一），然其特種亦有達百分之二十五者。此合金分析時，普通應考驗之質，爲錫銅鉛鐵及鋅五種。

三、沖積金 Dala metal —— 爲銅錫鋅之合金，間含少許之鐵，係青銅之一種。分析法與分析青銅相同，惟所得錫養二之中每雜有鐵二養三，須考察之。

四、含鉛青黃各銅 Aluminium brass and bronze —— 爲銅及鋁之合金，金黃色，含鋁百分之五至十。質堅而不生鏽，其似黃銅者，恒含有鋅，平常亦含錫及微量之鐵鉛。

五、磷青銅 Phosphor bronze —— 爲青銅之含磷者，較普通青銅甚堅，所含磷質，不可超過千分之一。分析法與分析青銅法同，惟所含之磷，當試錫時與之同結，故錫養二中並有磷酸錫在內，由

此中考出燐後，錫之成分，始能推得。

六、其他特別青銅 Other special bronze。——此中較著者，為砂青銅、錳青銅等質，因含砂及錳故也；惟所含太少，每至不易考驗。

七、德國銀 German silver。——此為種類最多之合金，名稱不一，所含要質為銅、鎳及鋅；銅百分之五十五，鎳百分之二十五，鋅百分之二十。色曰如銀，用以製造食器，外鍍以鎳。青銅 Bronze 亦為德國銀之一種，含錫百分之十三，鎳百分之四十。

八、鐳金 Solder。——此用以鐳各金類，為錫鉛之合金，但恒含微量之錳、銻等質。

九、白金 White metal。——多用以作任負之料，約含銅、錫、鉛、銻，有時亦含鐵、鋅及其他罕見之金類，人每謂其雜有筆鉛，此實不確，惟銻、錳則不能免耳。合金之用以作任負料者，尚有 Powder，含錫百分之八十，鉛百分之二十；Britannia metal，含錫百分之九十，銻百分之十；Type metal，含鉛百分之八十，銻百分之二十數種。各金之分析法皆相同。

十、硬鉛 Hard lead。——此為鉛質，含若干銻及微量之他金，冶鉛時恒得此質。

十一、鏡金 Speculum metal。——此為銅及錫之合金，恒參有銻，用以製鏡。

十二、磷錫 Phosphor tin。——此為磷及錫之合金，將二質同熔即得，用以製造含磷青銅及別種合金。

十三、易熔金 Fusible metal。——此為錫、鉛及銻之合金，平常恒參有鎳及微量之他金。

十四、鑄銅 Copper and antimony——此合金係鑄銅各半參合者，有美觀之紫紅色，又名 Regulus of Venus。

十五、銀之合金 Silver alloy——為銀與銅參合之金，如有他金，係由銅質所雜入。此合金以幣金為最要，銀恒以千分計算。

十六、金之合金 Gold alloy——此為金及銀之合金，最要者為幣金，所含之金，以克羅 Carats 計算，二十四克隴即為滿足，十二克隴為百分之五十。

第二節 銅合金之分析 Analysis of copper alloys

(甲) 青銅 Bronze

青銅為銅與錫之參合金，有時亦參有鋅及少許別質。青銅之無鋅者為炮金 Gun metal，而參鋅僅少許（百分之一）者為幣金，但普通所謂青黃各銅，恒有參鋅至百分之二十五者。依分析上論之，銅中參錫，均可謂之為青銅。此種合金，普通分析所宜考求者，為錫鉛銅鐵及鋅五質而已，惟新近青銅，恆含微量之鎳錳磷鉛及鎂等質，亦有時詳察及之。

(一) 錫之考驗 Estimation of tin

法將合金秤一出格蘭姆，以十五立方厘米濃硝酸化於玻璃皿中，加少許水，置於熱鐵盤上蒸發之。俟溶液乾燥後，再加水並少許硝酸化之，煮之至沸，約五分鐘之久，然後由此溶液及沉澱，即可將以下各

種金屬析出。

在淡硝酸中，不溶解而結為沉澱者惟錫，其沉澱為錫酸之輕二錫養三，故將以上溶液煮沸，至五分鐘時，即現紅黃色之沉澱。濾之，則硝酸化銅鋅鉛等盡去，而紅黃色之輕二錫養三，獨存於濾紙之上。用水再三洗其雜質，次取此濾紙及沉澱物，移置烘爐內烘之至乾。再將此已乾之沉澱，連濾紙置於已知重量之坩鍋內，放入馬福爐內燒之，使輕二錫養變為錫養二，至其重量不變時為止。由此重量，即可將合金內錫之百分數推出。

(11) 鉛之考驗 Estimation of Lead

濾下之溶液，已與錫分離者，其中尚含鉛銅及鋅等質，加入硫酸，使鉛變為白色沉澱之鉛硫酸四，而鉛之重量，即可推出。

法於合金溶液加入五糧濃硫酸，蒸發之，使硝酸及硫酸之烟遁散，則將此溶液注入玻璃盃內，浮於冷水中冷之，並加五十立方糧冷水搖動之，再加二十立方糧酒精，使此溶液靜置一時之久，然後過濾。濾下之溶液，含有銅鋅等質，而濾出之白色沉澱為鉛硫酸四，存於濾紙之上，用硫酸一立方糧及酒精七十五立方糧之混合液，再三洗潔。如前法取濾紙並沉澱放入烘爐內烘乾之，又取此濾紙及沉澱於已知重量之坩鍋內，再放於馬福爐內燒之，至其重量不變為止。由此重量，又可將合金內鉛之百分數推出。

(三) 銅之考驗 Estimation of copper

濾下之溶液，含有銅鋅等質，再通硫化氫，使銅結為銅硫之沉澱，即可取此沉澱而推出銅。

取上次之濾液熱之，使酒精遁散。冷之，將此液注入容積五百立方厘之玻璃瓶內，使此溶液恰合其瓶之容積符號，然後取出此溶液二百五十立方厘，注入玻璃瓶內，加濃鹽酸十立方厘，熱之至沸時取出，通過硫化氫至飽足為止。濾之，於已知重量之濾紙上，又以含硫化氫之熱水洗之至五六次，如上法，取此沉澱並濾紙於熱度五十或六十度之烘爐內，烘一時之久，至其重量不變為止，則可由此中推出銅之百分數。

(四) 鋅之考驗 Estimation of zinc

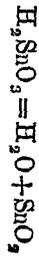
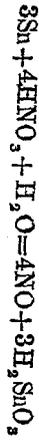
合金之溶液內，既將錫鉛及銅次第析出，則其液內僅含鋅質，加養輕銻及磷酸輕液，使其質變為磷酸銻鋅，於是又可取其沉澱而得鋅之成分，其法如下：

取析銅後之濾液，使濃至一百五十立方厘，冷之以養輕銻水至銻氣顯露，再以小玻璃管滴入力帖莫司一滴，更加淡硝酸至藍色之力帖莫司恰變紅色而止。熱之至沸，加以五立方厘磷酸輕液，再熱此液於熱鐵盤上，俟沉澱變為晶形，則加以養輕銻水。靜置十二時之久，用已知重量之濾紙濾之，以百分之十磷酸輕液及百分之五十酒精混合液洗以數次，使其去其硫質。然後取沉澱物並濾紙於一百熱度之烘爐內烘之，約一時之久，至其重量不再變更為止，則鋅之百分數，即可由合金推出。

(五) 鐵之考驗 Estimation of iron

將五至十格蘭姆合金，化於硝酸，化後加水至二百立方厘米，加十立方厘米錳綠液，再加養輕鈣，煮之至沸。過濾之，濾紙上為養輕鐵，仍含有銅鉛，以淡鹽酸化之，通入硫化氫。停至半點鐘之久，過濾之，將濾紙上之質棄之。濾下之液，內含有鐵，煮之以逐去硫化氫氣，加入硝酸少許，使二價鐵變為三價鐵，多加養輕鈣，沸之過濾，洗之，乾之。烘後秤之，所得之重，鐵二養三，其百分之七十為鐵。

試驗化學式 Chemical reactions



試驗結果 Results

試驗	青銅重	瓷鍋重	瓷鍋及錳養二重	錳養二重	錳之成分
一	1.0				
二	1.0				
三	1.0				

驗鑛學大意

二七八

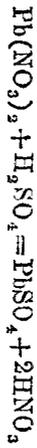
平均成分							八・〇
------	--	--	--	--	--	--	-----

附計算法 Calculation

設原用銅質重為一格蘭姆，錫養二沉澱重為△格蘭姆，錫養二中應含錫為百分之七八・六八，錫之成分為W，可有式如左：

$$0.7868 \times X \times 100 = W$$

試驗化學 Chemical reaction



試驗結果 Results

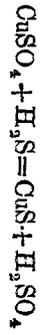
試驗	青銅重	盜鍋重	盜鍋及硫酸鉛重	硫酸鉛重	鉛之成分
一	一・〇				
二	一・〇				
三	一・〇				
平均成分					〇・三

附計算法 Calculation

設原用銅質重為一格蘭姆，硫酸鉛沉澱重為X格蘭姆，硫酸鉛中應含鉛為百分之六八·二九五，鉛之成分為W，則有式如左：

$$0.68295 \times X \times 100 = W$$

試驗化式 Chemical reaction



試驗結果 Results

試驗	原用青銅重	濾紙及硫化銅重	濾紙重	硫化銅重	銅之成分
一	一·〇				
二	一·〇				
三	一·〇				
平均成分					八二·〇

附計算法 Calculation

設原用銅質重為一格蘭姆，硫化銅沉澱重為X格蘭姆，硫化銅中應含銅為百分之六六·三一，銅之成分為W，則有式如左：

第三編 分析法

$$0.6631 \times X \times 100 = W$$

試驗化學 Chemical reactions



試驗結果 Results

試驗	原用青銅重	濾紙及磷酸銹鋅重	濾紙重	磷酸銹鋅重	鋅之成分
一	一・〇				
二	一・〇				
三	一・〇				
平均成分					九・〇

附計算法 Calculation

設原用銅質重為一格蘭姆，磷酸銹鋅重為X格蘭姆，磷酸銹鋅中應含鋅為百分之三六・六一，鋅之成分為W，則有式如左：

$$0.366 \times X \times 100 = W$$

試驗結果 Results

試驗	原用青銅重	鐵二	鐵三	重	鐵之成分
一	五·〇				
二	五·〇				
三	五·〇				
平均成分					〇·四二

附計算法 Calculation

設原用銅質重為五格蘭姆，二養化鐵重為X格蘭姆，其中所含百分之七十為鐵，鐵之成分為W，則有式如左：

$$X \times 20 \times 0.7 = W$$

(Z)黃銅 Brass

黃銅為銅與錫之合金，恒含少許雜質。所含之銅，自百分之五十至九十不等；鉛由雜錫混入，不應超過百分之一（極不純之黃銅有含鉛至百分之四者）；鐵由參熔時所用器具帶入，不應超過百分之二·五；又須不含錫，能完全溶於硝酸之內（如含有錫宜用試青銅法先將錫分出）；故平常考察此質

第三編 分析法

，僅求出銅鉛銻鐵即足。其他質如錳銻等，不免含有少許；而現在黃銅，亦有參微量之鉛錳鐵磷錳錫等質者，分析時不可不注意及之。

(一) 銅之考驗 *Estimation of copper*

將合金秤出三分，各半格蘭姆，分置玻皿，以少許濃硝酸化之，加熱至化盡，並逐出淡養二氣為止。加之以水，再將碳酸鈉液漸漸滴入，至現永存之沉澱，再以少許淡醋酸化之，然後加三格蘭姆鉀碘，以多硫弱硫酸化鈉規定液試之，時加小粉液，至藍色退盡為止。由所用規定液之多寡，則含銅之成分，即可推出。

(二) 鉛之考驗 *Estimation of lead*

秤一格蘭姆合金，用濃硝酸化於玻皿中；俟化盡時，加濃硫酸約五立方寸，置於熱鐵盤上蒸之，至硫酸氣去盡為止。取下冷之，冷後加少許熱水，將銅鹽化盡，餘物為純白色。過濾，用含百分之二之硫酸液洗之，至沉澱無銅為止，再用酒精洗之，至洗下之水不含酸性為止（此時洗下之液須另貯之，以便作廢）。濾紙上沉澱，用水汽爐乾之，移入瓷鍋，烘去濾紙，俟全成灰燼，再用少許硝酸潤之，熱之，略加入硫酸數滴，烘之至乾，然後連蓋燒之。冷後秤之，所得之重，為硫酸鉛，由此可推出鉛。

(三) 銻之考驗 *Estimation of zinc*

上試分鉛後漏下之液，尚含有微量之銅，宜先去之。法將五十立方厘米鉀輕硫及鉀炭酸液（每一立特中含鹽質一百格蘭姆）加入，熱之過瀘，再以含少許鹽質液洗之。瀘下之液，煮之至沸，多加炭酸鈉，再沸之，過瀘洗之，至洗下之水不帶定質為止。將瀘紙上之質，乾於熱汽爐，乾後之質，完全移入瓷鍋將紙燒於瓷鍋蓋中，浸以少許硝酸，再燒之以逐去酸氣，然後將瓷鍋與蓋一並烘於爐中，或用汽火加強熱，至其重量不變為止。烘後所得之重，為錳養，如黃銅中有鐵時，亦在此中，平常可以不考；如含鐵多時，須另考之。

法將含鐵之錳養沉澱，化於鹽酸，煮之至沸，加錳綠及錳養輕。煮沸過瀘，瀘紙上之質，再以鹽酸化之，復照前加錳綠及錳養輕結之，洗之，乾之。烘後秤之，所得之重，為鐵二養三，將此由錳養之重減去之，即得純錳養，由此可推出錳。

(四) 鐵之考驗 Estimation of iron

試驗一切手續，悉與試青銅相同。

試驗結果 Results

一、規定液之試驗

試	驗	純	銅	量	規	定	液	量	每立方厘米規定液可抵銅量
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--------------

一	○・五	四九・九	○・○一〇〇
二	○・五	五〇・一	○・〇〇九九
三	○・五	五〇・一	○・〇〇九九
平均成分			○・〇一〇〇

二、銅質之試驗

試驗	黃銅質量	規定液量	銅之成分
一	○・五	三一・七五	六三・五〇
二	○・五	三一・二六	六四・五二
三	○・五	三一・八〇	六五・六〇
平均成分			六四・五〇

附計算法 Calculation

原用黃銅重為○・五格蘭姆，每立方厘米規定液抵銅重為X，規定液量為Y，銅之成分為W，則有

式如左：

$$X \times Y \times \frac{1000}{0.5} = W$$

試驗結果 Results

試驗	原用黃銅重	盜鍋及硫酸鉛重	盜鍋重	硫酸鉛重	鉛之成分
一	一·〇				
二	一·〇				
三	一·〇				
平均成分					〇·六四

附計算法 Calculation

設原有銅質重為一格蘭姆，硫酸鉛沉澱重為X格蘭姆，硫酸鉛中應含鉛為百分之六八·二九五，鉛之成分為W，則有式如左：

$$0.68295 \times X \times 100 = W$$

試驗結果 Results

試驗	原用黃銅重	盜鍋及鋅養重	鋅養重	鋅之成分
一	一·〇			
二	一·〇			

驗鑛率大意

二八六

三	一·〇				
平均成分					三三·二

附計算法 Calculation

設原用銅質重為一格蘭姆，銻養重為X格蘭姆，其中含銻百分之八〇·二六三，鉛之成分為W，則有式如左：

$$0.80263 \times X \times 100 = W$$

試驗結果 Results

試驗	原用黃銅重	鐵二	養三	鐵之成分
一	五·〇			
二	五·〇			
三	五·〇			
平均成分				〇·二四五

計算法與試黃銅同

茲將分析以上各銅之結果列左：

銅 質 錫	百元		錫	鉛	銅	錳	鐵
	質	錫					
青 銅	八・〇	〇・三〇	八二・〇	九・〇	〇・四二〇		
黃 銅	無	〇・六四	六四・五	三三・二	〇・二四五		

第三節 鋅合金之分析 Analysis of Zinc alloys

鋅合金又名生鋅，英名 *Zinc*，除鋅外恒含錫鉛鐵各少許，故分析時須考察及之。

(一) 錫之考驗 Estimation of tin

法將鋅質鑿為碎粉，秤出五格蘭姆，以半參水之硝酸化之。化後煮之使成濃質，再參少許硝酸及沸水，至液積為二百立方厘米時，過濾洗之（洗時須留意勿使用水過多，以防下試）。濾紙上之質，為二氯化錫，由此可推出錫之成分。

(二) 鉛之考驗 Estimation of lead

考錫後濾下之液，加磷酸輕鈉 Na_2HPO_4 定質，約三格蘭姆，再加錳養輕，使成鹼性，沸之。再多加十立方厘米錳養輕過濾，濾紙上之質，為鐵鉛磷酸化物，以硫酸化之，蒸之至近乾，再加淡硫酸及水，使之易於過濾。過濾後留於濾紙之上者為硫酸鉛 PbSO_4 ，則鉛之成分，可以由此推出。

(三) 鐵之考驗 Estimation of iron

第三編 分析法

上試濾下之液，加錫養輕使鐵凝結，過濾，乾後燒之，秤之，所得之重，為磷酸鐵 $Fe_2P_2O_8$ ，鐵即可由此推出。

(四) 鋅之考驗 Estimation of zinc

或用濾下之液，照分析青銅時考驗鋅法試之，或另取標本，依前試鋅鑛法試之均可。
試驗結果（重量以格蘭姆計，成分以百分計。）

(一) 錫

試 驗	原用 鋅 質 重	錫 養 二 重	鋅 中 含 錫 成 分
一	五·〇	〇·〇八八五	一·三八
二	五·〇	〇·〇八九二	一·四〇
平 均 成 分			一·三九

附計算法

錫養二中每百分含錫七八·七分，原用鋅質為五格蘭姆，故計算式如左：

$$\frac{0.787 \times SnO_2 \times 100}{5} = \text{錫之成分}$$

(1) 鉛

試驗	原用鋅質重	硫酸鉛重	鋅中含鉛成分
一	五・〇	・〇八五〇	一・二七
二	五・〇	・〇九二四	一・二六
平均成分			一・二一

附計算法

硫酸鉛中每百分含鉛六八・三分，原用鋅質爲五格蘭姆，故計算式如左：

$$\frac{0.683 \times \text{PbSO}_4 \times 100}{5} = \text{鉛之成分}$$

(三)鐵

試驗	原用鋅質重	磷酸鐵重	鋅中含鐵成分
一	五・〇	・〇五九四	〇・四四
二	五・〇	・〇六四〇	〇・四八
平均成分			〇・四六

附計算法

磷酸鐵中每百分含鐵三七分，原用鋅質爲五格蘭姆，故計算式如左：

第三編 分析法

$$\frac{0.37 \times \text{Fe}_2\text{P}_2\text{O}_8 \times 100}{5} = \text{鐵之成分}$$

(四) 鋅

試驗	原用鋅質重	鋅養重	含鋅成分
一	五・〇	五・九七五	九五・九二
二	五・〇	五・九八三	九六・〇四
平均成分			九五・九八

附計算法

鋅養中每百分含鋅八〇・二六三分，原用鋅質為五格蘭姆，故計算式如左：

$$\frac{0.80263 \times \text{ZnO} \times 100}{5} = \text{鋅之成分}$$

第四章 煉渣 Slags

第一節 煉渣之性質及種類 Properties and varieties of slags

鑛渣在輔助物中與所加之參料同熔，配為液體，是為煉渣。煉渣之佳者，須為適宜之液體，易由爐分出，傾倒時以稀液為佳，提控時以濃漿為宜，惟須易與金類分開方可。煉渣有時性極耐火，由爐提出，即為固體或粘體，此種煉渣，恒不免夾有若干金質在內。

工廠所得煉渣，悉為矽酸化合物，即酸性之矽養二與根性之鈣養或鋁三養三等相配之質也。由與矽配合之養，比與鈣鋁等配合之養，煉渣即可分為數種如下：

一、亞矽酸化物渣 *Subsilicate slag*

此渣溶化之時，雖需較高之熱度，而化後成極稀之液體，因其中之矽養二未足，恒有侵蝕爐裏之虞，故爐裏以中立性之白雲石為佳。又此渣根質既多，重率亦大，所含之金質必多，損失必鉅，除鑛質含根性多砂性少外，不造此渣。

二、正矽酸化物渣 *Unisilicate slag*

為較佳之渣，液不甚稀，侵蝕力微，重率亦不大，能溶於相當之熱度，極宜於鉛鐵之冶鍊，因熔度低而鉛不化氣，根性强而能除硫也。

三、雙矽酸化物渣 *Bisilicate slag*

此渣含矽養二極高，治酸性鑛質恒得之。較難溶化，所需空氣應多，惟一經溶化，能成流動之液，且極潔淨，新式冶爐熱度甚大，極為相宜。

四、三矽酸化物渣 *Trisilicate slag*

為不常見之渣，因熔度過大，故不適用。平常煉渣，熔度為一千至一千六百度。

五、雜矽酸化物渣 *Miscellaneous slag*

為參雜之渣，以一分正矽酸化物渣，加二分雙矽酸化物渣即得。極宜冶銅，故新近銅廠，皆係此渣。熔度平勻，熔液不稀，略現根性，重率亦甚小，易與金質分開，惟須加他參料，方為適宜。以上惟正矽酸化物渣，養氣相等，故可作為模範煉渣。此外其養在根質多者，為根性煉渣；養在酸質多者，為酸性煉渣。其熔度與煉渣之種類及其根質之金類，皆極有關係。含鋁鉀鈉三質之煉渣，最易熔化，次為銅鐵，而鈣與鋁則為最難熔者。又含一種根質之煉渣，較含二種根質之煉渣難熔，如矽酸鈣或矽酸鋁，皆較矽酸鈣鋁難熔是也。故配置煉渣，至少須含有二種金類也。

亞矽酸化物渣，最易熔化，其熔度隨砂養二之多增而加大。故含根性較多之渣恒熔為極清之液質，冷後與玻璃相似；而砂養二較多之渣，則熔為濃液，冷後如石。又根性渣恒重，顏色亦深。多種矽酸化物為白色，惟矽酸鐵為黑色，矽酸銅為黑棕色，而煉渣中除矽酸化物外，尚含別質時，其顏色及性情恒隨之變異焉。茲將各種煉渣之大概成分，分列如左：

煉鐵鼓風爐渣	渣分		別
	別	別	
三五〇	SiO ₂	酸性	根性質參雜質總數
	H ₃ PO ₄	質	
	H ₂ SO ₄		
七五	Al ₂ O ₃	根	
	FeO		
	MnO		
一五	CuO	性	
	PbO		
	CaO		
四〇〇	MgO	質	
六〇	Alkali		
	ZnO		
	Oxides	參	
	CaF ₂		
	FeS		
	CuS	雜	
	Fe ₂ O ₃		
	Cu	質	
100		總數	

煉鐵鼓風爐底渣	四〇・〇		九〇	五〇	六〇		三六	〇										一〇〇
熟鐵渣	二〇	三〇	二〇	五	九	一〇	二〇							四〇	一七			一〇〇
煉銅淨渣	六〇		三〇	二九	〇		三〇	一〇						二〇	一〇	一〇		一〇〇
烘銅餘渣	四九		三〇	二九	〇	一六				一〇								一〇〇
煉鉛灰渣	三〇		六〇	一〇	四〇		五五	二五	〇		六〇							一〇〇
煉鉛鼓風爐渣	三〇		二〇	二〇	二〇	四〇	二〇	三〇	〇	二〇								一〇〇
根性畢士麥渣	二七	〇	二六	〇			二〇	九	〇	四				四六	〇	四		一〇〇

第二節 煉渣之分析 Analysis of slags

鑛內所含之土石各質，在輔助物內與參料同熔於爐中，即配為矽酸化合質，性能流動，是名煉渣。煉渣類別頗繁，冶金學內，應詳叙之，茲不細贅；然約分根性酸性二種：含根性質多者為根性渣，如鈣鎂鐵鉛錳等質之矽化物是也；含酸性質多者為酸性渣，如砂養二是也。根性渣中，恒含硫磷等質，而酸性渣則反是。又其他金類，亦有含於煉渣中者，此悉依冶鍊之鑛質定之。無論何種煉渣，當試驗時，須研為細粉，茲述其考驗法如左：

(一) 砂養二之考驗 Estimation of silica

第三編 分析法

將研細之煉渣，秤出一格蘭姆，加少許水煮之，漸加鹽酸，蒸發至乾，烤二十分鐘之久，冷之，再加淡鹽酸沸之，俾使完全化於液質。過濾，濾斗上之質，洗後乾之，烘畢稱之，稱得之質為砂養二，其中百分之四六·七為砂。

(二) 硫質之考驗 *Estimation of sulphur*

將研細之煉渣，秤出二格蘭姆，加少許水及硝酸，再添加鹽酸化之。蒸發至乾，照前法濾去砂養二，濾下之液，沸之，加入百分之銀綠二液，再煮沸攪之。有沉澱時，使之沉淀，過濾，洗之，乾之。烘後稱之，稱得之質，為硫酸化銀，其中百分之二三·七為硫。

(三) 磷二養五之考驗 *Estimation of phosphorus oxide*

稱〇·二五格蘭姆，煉渣以十立方呎硝酸及五立方呎鹽酸化之。化後蒸發至乾，燻至二十分鐘之久，冷之，再加鹽酸使之消化。過濾，洗之，濾下之液，煮至三立方呎為止，加水至五十立方呎，再加錫養輕水，使鐵鎔結為沉澱。復以硝酸化之，多加二立方呎，加入三十立方呎冷鎔酸鉍液（百分之十為鎔酸鉍）攪之。煮之至沸，復加少許硝酸，置於熱鐵盤定之。小心過濾，以百分之二之硝酸洗之。乾後稱之，所得之質，為磷酸鉍鉀 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MnO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，其中百分之一·六三為磷，百分之三·七五為磷二養五。

(四) 鐵養及鋁二養三之考驗 *Estimation of ferrous oxide and alumina $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$*

此用根性醋酸質分解法 Basic acetate separation 試之。法將研細之煉渣，稱出一格蘭姆，依法提取砂養二，再加二·一格蘭姆二脣鐵硫酸銻鹽 $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (其中七分之一爲鐵)，加硝酸煮之，加水至六百立方厘，沸之。再加銻養輕至顯鐵之沉澱，然後加五立方厘醋酸銻飽足液，沸之。沉淀後，傾出多量之水，濾之(濾下之液，見下試法)。濾上之質，洗之，乾之。烘後稱之，所得之質，除紙灰外，爲三養化鐵鋁及磷二養五 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ 。其中含鐵若干，可將此質以鹽酸化之，用錫綠二還原後，再用雙鉻酸化鉀考之。知鐵之多寡，則鐵養與鐵二養三即可推出；由三養化鐵鋁沉澱之重減之，即得鋁二養三及磷二養五之重；再將磷二養五之重減去，又得鋁二養三之重；既知鐵養及鋁二養三之各重，則其成分自可昭然矣。

(五) 錳三養四(即紅養化錳)之考驗 Estimation of red manganese oxide
上法濾得三養化鐵鋁之後，濾下之液，多加溴水及銻養輕液，沸之。俟沉淀後，設法過濾(濾下之液，見下試法)，濾得之質，洗之，乾之。烘後稱之，所得之質，爲錳三養四；此不免有鐵，用前法求出減之。

(六) 鈣養之考驗 Estimation of lime
上法濾得之液，蒸發之使其積爲二百立方厘，加入五格蘭姆草酸銻(若應加銻養輕時，加以少許，使溶液爲鹼性)，攪之，熱之至沸。過濾(濾下之液，見下試法)，濾得之質，洗之，加強熱

烘之，所得之質，即為鈣養。

(七) 鎂養之考驗 Estimation of magnesia

由上試濾得之液，加王酸及硝酸煮之，逐出銹鹽，使液體僅為數立方櫃，移入二百五十立方櫃容積之玻璃盃，冷之，加濃銹養輕及磷酸鈉攪之，使定一夜，過濾。濾得之質，以淡銹養輕水洗之，至無鹽為止。烘後稱之，所得之質為烘磷酸鎂，其百分之三六為鎂養。

試驗結果 Results

(1) 砂養 SiO_2

試驗	原用煉渣重	砂養二及灰重	灰重	砂養二重	砂養二成分	砂之成分
一	一〇〇	〇〇五五四	〇〇〇〇二	〇〇五五二	五・五二	二・五七〇
二	一〇〇	〇〇五五六	〇〇〇〇二	〇〇五五四	五・五四	二・五八〇
平均成分					五・五三	二・五七五

附計算法

原用煉渣為一格蘭姆，砂養二重為W格蘭姆，其成分為P，其中百分之四六・七為砂，成分為S

，則有式如左：

$$W \times 100 = P$$

$$P \times 40.7 = S$$

(1) 硫 S

試驗	原用煉渣重	硫酸鋇及灰重	灰重	硫酸鋇重	硫之成分
一	二·〇	〇·〇七五二	〇·〇〇〇二	〇·〇七五〇	〇·五〇七〇
二	二·〇	〇·〇七三三	〇·〇〇〇二	〇·〇七二一	〇·四九六〇
平均成分					〇·五〇〇五

附計算法

原用煉渣爲二格蘭姆，設硫酸鋇重爲W格蘭姆，其中百分之二三·七爲硫，硫之成分爲P，則有式如左：

$$W \times \frac{10}{2} \times 0.137 = P$$

(2) 磷二養五 P₂O₅

試驗	原用煉渣重	磷酸鋇鉬重	磷二養五之成分	磷之成分
一	〇·二五	〇·九三五〇	一三·九九	六·〇九六
二	〇·二五	〇·九二六〇	一三·七五	六·〇三七

第三編 分析法

平均成分	一三·八七	六·〇六六
------	-------	-------

附計算法

原用煉渣爲〇·二五格蘭姆，設磷酸銨重爲W格蘭姆，其中百分之一·六三爲磷，百分之三·七五爲磷二養五，其成分爲P，則有式如左：

$$W \times 0.0375 \times \frac{100}{0.25} = P$$

(四) 鐵養及鋁二養 = $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

試驗	原用煉渣重	鐵二養三及磷二養三及灰重	鋁二養三及磷二養三及灰重	鐵二養三及鋁二養三及鐵二養三及鋁二養三重	鐵養成分	鋁二養成分
一	一〇	〇·三六六	〇·四二一	〇·三三七	〇·二九九	〇·〇五八
二	一〇	〇·三六九	〇·三七七	〇·三五〇	〇·二八六	〇·〇四四
平均成分					一六·五	六·三

附計算法

由試驗所得者，爲鐵二養三，鋁二養三，磷二養五，及紙灰之共重。減灰之重，即鐵鉛磷三質之養化物重；再用濕法試出鐵之重，並計算出鐵養之重，由三質養化物之重減之，即得鉛二養三磷二養五之重；磷二養五之重，前已試出，再減之，又知鉛二養三之重；鐵養及鋁二養三之重，既已盡知，

依原煉渣之重，則鐵養及鋁₂養₃之成分，即可推得。

(五) 錳₃養₄ Mn₃O₄

試驗	原用煉渣重	錳 ₃ 養 ₄ 及灰重	灰重	錳 ₃ 養 ₄ 重	錳 ₃ 養 ₄ 成分	錳養成分
一	一〇〇	〇〇五二八	〇〇〇〇二	〇〇五二六	五二六	四・八九二
二	一〇〇	〇〇五九一	〇〇〇〇二	〇〇五八九	五八九	五・四七八
平均成分					五・七五	五・一九〇

附計算法

原用煉渣為一格蘭姆，設錳₃養₄重為W格蘭姆，其中百分之九十三為錳養，其成分為P，則有式如左：

$$W \times 100 \times 0.93 = P$$

(六) 鈣養 CaO

試驗	原用煉渣重	鈣養及紙灰重	紙灰重	鈣養重	鈣養成分
一	一〇〇	〇四六四〇	〇〇〇〇二	〇四六三八	四六・三八
二	一〇〇	〇四四二二	〇〇〇〇二	〇四四一九	四四・一九

第三編 分析法

驗鑛率大意

三〇〇

平均成分					四五・二八
------	--	--	--	--	-------

附計算法

原用煉渣爲一格蘭姆，設鈣養重爲W格蘭姆，其成分爲P，則有式如左：

$$W \times 100 = P$$

(七) 鎂養 M_{go}

試驗	原用煉渣重	磷酸鎂及紙灰重	紙灰重	磷酸鎂重	鎂養成分
一	一〇〇	〇・二八七一	〇・〇〇〇二	〇・一八六九	六・七二〇
二	一〇〇	〇・一八〇二	〇・〇〇〇二	〇・一八〇〇	六・四九〇
平均成分					六・六〇五

附計算法

原用煉渣爲一格蘭姆，設磷酸鎂爲W格蘭姆，其中百分之三十六爲鎂養，成分爲P，則有式如左

$$W \times 0.36 \times 100 = P$$

試驗石灰(鈣養)之捷法 Rapid lime method

秤半格蘭姆研細煉渣，以淡硝酸化之。俟化盡後，加水過濾，濾下之液，加沸水至二百五十立方
 厘，加錳養輕使略顯沉澱，再以少許鹽酸化之，加入結晶之草酸錳，沸之，大攪動之。過濾，濾上之
 質為草酸鈣，用沸水洗之，乾後烘之，冷之，秤之，或將濾得之質以硫酸化後，用過錳酸化鉀規定液
 試之亦可。鈣養價值，恰為鐵之半，故其量可計而得也。

試驗結果：

規定液之試驗

此液配置及試法與試鐵同，試得一立方厘過錳酸鉀 K_2MnO_4 液(即規定液)，可與 0.0004721
 格蘭姆鐵相抵。

鈣養之試驗

試驗	原用煉渣重	過錳酸鉀液量	鈣養成分
一	0.5	98.1	46.20
二	0.5	97.9	45.99
平均成分			46.09

附計算法

第三編 分析法

驗鑛學大意

三〇一

原用煉渣爲半格蘭姆，設過錳酸鉀液量X立方櫃，其每立方櫃可抵鐵爲Y格蘭姆，鈣養成分爲P，則有式如左：

$$\frac{2 \times X \times Y \times 100}{2} = P$$

煉渣分析總表(根性煉渣)

質	名	百	分	率
硝	養	二	五·五三	
磷	二 養	五	一三·八七	
鋁	二 養	三	六·一二	
鐵	養		一六·四〇	
錳	養		五·一七	
鈣	養		四五·六八	
鎂	養		六·六〇	
硫			〇·五〇	
總	數		九九·八七	

第五章 水

第一節 水之種類 *Kinds of water*

一、雨水 *Rain Water* —— 雨水為自然水中之較純者，然仍不能極純，因其下降之時，恒含少許硫養二氣及煤氣也。日用煤中含有硫化鐵，故空氣中得有是等氣質；又空氣中含淡養及炭養二等氣，故雨水中亦含之；此外尚含食鹽銣鹽生物質及各種金類並鏽物之粉。

二、泉水 *Spring water* —— 泉水所含之雜質，依其所居之地位而變，蓋地層內之物質不同，而所出之水，必依其所有之岩石而異。又泉水中所含之炭養二氣，亦復不少。

三、河水 *River water* —— 泉水經過地層，故恒清澈；河水多含泥沙，故恒泥濁。惟河水之不消化物如泥沙等，尙可使過濾而去，故過濾後之河水，實較泉水為純也。

四、海水 *Sea water* —— 海水中之雜質，多為可消化物，約有百分之三·六，其中之食鹽，居百分之二·六，餘為硫酸化物綠化物及碳酸化物等，茲將各種水中所含不潔之沉澱列表如下：

雨 水	○·二九五〇	井 水	○·四三七九
泉 水	○·二八二〇	河 水	○·〇九六七
海 水	三·六〇〇〇		

水在鑛中，約分兩種：曰自由水，曰配合水。普通所謂水汽 Moisture 純為自由水，此在攝表時，完全失散。配合水為鑛質之一分，其多寡恒有一定，惟在大熱度亦能失散，但在平常空氣溫度，亦有因風化而失散者。

求配合水法，甚屬簡單，即將去水汽後之質，加強熱煖燒之，所失之重，即為配合之水，或用綠化鈣收之亦可。但有時煖燒所失，不僅為配合水，仍含有他質，由分析求得後須減之，然後始得水之確切成分焉。

第二節 水之分析 Analysis of water

井泉河海之水，皆失於不潔，不能為化驗之用，前已詳言之矣。然工業上除化驗之外，用水之處實多，如機器之鍋爐，冶爐之冷套，以及濕法提鍊之浸化，碎機選礦之沖洗，電力分解之電液，在在需水，苟不知其質性之宜否，則軟水硬水，任意使用，未有不敗乃事者，是分析水之方法，不可不知也。水中不潔之物，恒為泥沙塵及綠化物硫酸化物碳酸化物等質，泥沙塵極易除去，不足為慮，惟各化合物恒使水之質性變硬（含碳酸化物者為臨時硬性，含硫酸化物者為永久硬性，因碳酸化物遇熱則去水即變軟，硫酸化物則變也。），故分析時，恒注意及之。

(一) 懸物之考驗 Estimation of suspended matter

將日用飲食或機器使用之水，取出二份，每份五百立方厘，過濾。濾紙塗以柏油，須先秤之。濾

下之液，見下試驗；濾紙上之沉澱，以汽水洗之，置入汽爐乾之，乾後稱之，所得較紙之重數，即為懸物——泥砂塵。

(一) 炭養三之考驗 *Estimation of CO₂*

前試驗濾下之液，每份取出一百立方寸，分別煮之。煮後使之沉淀，如有沉澱，用柏油紙濾之。濾得之質，為炭酸化鈣，乾後稱之，炭養三成分，即可由此推得。

(二) 綠氣之考驗 *Estimation of chlorine*

將上第一試濾下之液，取出二份，每份一百立方寸，略加硝酸，使為酸性。再多加硝酸銀液，沸之，用柏油紙過濾。先以汽水洗之，再用極淡硫酸洗之，置入汽爐，乾之稱之，所得較紙之重為綠化銀，綠之成分，即可由此推出。

(四) 硫養四之考驗 *Estimation of CO₂*

將上第一試濾下之液，取出二份，每份五十立方寸，煮之至沸，多加銀綠二液，(加時須滴滴加入)，再沸之。沸後使之沉淀，過濾，濾上之質，用淡鹽酸洗以數次，再用熱水多洗之，乾之。然後稱之，稱得之重為硫酸化銀，硫養四可由此推出。

(五) 其他鹼質之考驗 *Estimation of other bases*

將上第一試濾下之液，取出二份，每份一百立方寸，煮之至約十立方寸許，移入鉛鍋，置於汽爐

，蒸發至乾。冷之，加入三十立方呎鹽酸，然後依分析煉渣石灰石各法，考驗砂養二，鈣養，鋁三養三，鎂養，及鐵二養三等質。

試驗結果

一、泥砂塵

試驗	原用水量	泥砂塵重	每立特水之泥砂塵重
一	五〇〇・〇	〇・〇〇六一	〇・〇一二二
二	五〇〇・〇	〇・〇〇五四	〇・〇一〇八
平均數			〇・〇一二五

附計算法

原用水量為五百立方呎，設泥砂塵重為X格蘭姆，每立特重為W，則有式如左：

$$X \times 2 = W$$

二、炭養三

試驗	原用水量	炭酸鈣重	炭養三重	每立特水之炭養三重
一	一〇〇・〇	〇・一七〇八	〇・一〇二五	一・〇二五一

二	100.0	0.1101	0.1011	1.0116
平均數				1.0228

附計算法

原用水量為一百立方櫃，碳酸鈣中之灰養三為〇.六分，設碳酸鈣重為X格蘭姆，每立特重為W，則有式如左：

$$X \times 10 \times 0.60 = W$$

三、綠氣

試驗	原用水量	綠化銀重	綠氣重	每立特水之綠氣重
一	100.0	0.6521	0.161	1.61
二	100.0	0.6108	0.151	1.51
平均數				1.56

附計算法

原用水量為一百立方櫃，綠化銀中之綠為〇.二四七三分，設綠化銀重為X格蘭姆，每立特重為W，則有式如左：

驗鐵學大意

$$X \times 0.2473 \times 10 = W$$

四、硫養四

試驗	原用水量	硫酸鋇重	硫養三重	每立特水之硫養三重
一	五〇・〇	〇・一三五二	〇・〇五五五	一・一一
二	五〇・〇	〇・一四〇一	〇・〇五七五	一・一五
平均數				一・一三

附計算法

原用水量為五十立方呎，硫酸鋇中之硫養四為〇・四一分，設硫酸鋇重為X格蘭姆，每立特重為W，則有式如左：

$$X \times 0.411 \times 20 = W$$

水之分析總表 (係用井水)

雜	質	百分率
泥	砂	〇・〇一二五
炭	養	一・〇二二八

綠		氣	一·五六〇〇
硫	養	四	一·一三〇〇
砂	養	二	〇·一六〇
鋁	二 養	三	〇·四四五〇
鈣	養	養	〇·八七二〇
鎂	養	養	〇·三一七〇
鐵	二 養	三	微量
總		計	五·四七四三

第六章 氣質 (Gases)

第一節 氣質之種類 (Kinds of gases)

工業所用氣質，共分五種：曰自然氣，曰汽塔氣，曰水氣，曰煤氣，曰鼓風爐氣，茲分述之於左
 一、自然氣 Natural Gas

此種氣質產處稀少，故為用不宏。惟煤層以上之石層，每蓄炸氣，其主要成分為沼氣，足為自然氣質之標本，特述其成分如左：

第三編 分析法

輕氣	二〇・〇二	炭養二	〇・八〇
炭養	一・〇〇〇	沼氣	七二・一八
其他燃氣	四・三〇	養氣	一・一〇

二、汽塔氣 Producer gas

使空氣通過燒紅之炭，即配合而生此氣。因炭與空氣中之養配為炭養，故汽塔氣以炭養為主質；又因空氣之水分，同時受炭之分解而生輕氣，故次要者為輕氣。汽塔氣燃燒所發熱量甚屬平均，最便於冶爐之用，故凡冶金工廠皆特備氣塔 Producer 以製此氣焉。各種汽塔所製之氣，其成分恒不一定，習見者如左表：

輕氣	一一・〇〇	沼氣	二・九九
炭養	二四・〇一	炭養二	四・八七
淡氣	五六・一三		

三、水氣 Water gas

蒸發之水汽，通過燒紅之焦炭，則輕氣分出，其養與炭配為炭養，故此氣中主要氣質，即為輕及炭養。熱量極強，為最佳之燃料，只因分水需熱，恒不易製，製爐與汽塔略同，惟較為高耳。此

氣之成分約如左表：

輕	氣	四八·六	淡	氣	三·七
炭	養	二	三·三	炭	養
沼	氣	〇·四			四四·〇

四、煤氣 Coal gas

煤受蒸溜所發出一部分，名曰揮發分 Volatile products；其中除石腦油及銜液外，餘為煤氣。煤氣初成，恒含硫化輕等不潔之物，提淨以後，其中之氣，約分三部：(一)燃氣部，主要者為愛司林 C_2H_2 ，李路派林 C_2H_4 ，巴特林 C_4H_8 ，愛西特林 C_2H_2 ，愛來林 C_2H_4 ，本勝 C_6H_6 ，共約為百分之六五；(二)稀氣部，主要者為輕氣 H_2 ，沼氣 CH_4 ，炭養 CO ，共約為百分之九〇；(三)雜氣部。主要者為淡氣 N_2 ，炭養 CO_2 ，輕二硫 H_2S ，共約為百分之三·五。此不過大概言之，其確切成分，依所用之煤質定之，舉例如左：

煤	輕	沼	氣	炭	養	燃	氣	淡	炭	養	二	輕	二	硫
烟	煤	五	一·二	三·三	五·二	九	七·四	〇	三·三	五·六	二·二	四	〇·二	八
油	炭	三	五·九	五·四	一·八	七·一	〇·〇	二·一	〇·八	一·〇	〇·七	一·一	一·九	〇·〇
														九

五、鼓風爐氣 Blast furnace gas

用鼓風爐鍊金，其裝載之炭質，悉與送入之空氣，起燃燒作用，是以爐熱遞增。初燃燒所成之氣為炭養，一遇鑛質，使之還原，炭養收養，再起燃燒，而變為炭養二。此氣在爐之上端，由烟突送出，所帶塵土，遇冷凝結，故鼓風爐氣除炭氣外，以炭養二為最多，然亦視所用之原料而異其成分焉，茲舉如左：

所用之原料	淡	氣	輕	氣	炭養二	炭	養	沼	氣	其他	炭	輕	氣				
煤	質	五五	三五	六	七	三	三五	九	七	七	七	三	七	五	〇	四	三
焦	炭	五七	〇	六	二	七	四	二	八	六	一	一	三	九	〇	二	〇

第二節 氣質之分析 Analysis of gases

冶金工作所需之燃氣，普通為烟洞氣 Flue gas，塔氣 Producer gas，間亦用水氣 Water gas；而家庭燃燈炊爨之燃氣為煤氣 Coal gas。烟洞之氣，為淡，炭養，炭養二，輕，及炭輕各氣；汽塔之氣，為淡，炭養，輕，炭養二，炭輕四等；煤氣為輕，炭輕四，炭養，淡，炭養二，輕二硫，及輕化炭各氣；故平常分析所注意之氣質，即為炭養二，炭養，養，輕，淡，硫養三，炭輕四，炭輕，各氣。

(一) 氣質之收積 Method of collecting gases

所試之氣質，應先收積於瓶中，如圖十一及十二氣質出入之路，須爲適宜之孔，上有緊密之塞，塞上另有孔，以司啓閉，孔須乾潔，其內挿以玻管，管之兩端，謹以石棉，用銅絲圍繞之，以防塵土之侵入，並防管頭之脫落。

如氣路較大時，緊閉管之一端，旁有活塞，向氣質經過之方向轉動，通入氣路，可免受礮石之冷感，並可使氣質成分永遠均勻。

(一) 溶液之預備 Preparation of solution

上節既述收積試氣，而氣質分析時，必須有相當之液以吸收之，方能量其體積，其溶液之配置如左：

(一) 試炭養二氣之液——秤一百六十格蘭姆養輕鉀 K_2O ，化於一百二十立方櫃水中，加水至二百立方櫃。

(二) 試養氣之液——秤十格蘭姆強赫酸 Pyrogallie acid，化於水中，加水至二百立方櫃。

(三) 試炭二輕四氣之液——將發氣濃硫酸量出二百立方櫃。

(四) 試硫養三氣之液——秤一百六十格蘭姆養輕鉀，化於二十立方櫃水，加水至二百立方櫃。

(五) 試炭養氣之液——秤二十七格蘭姆綠化銅 Cu_2Cl_2 ，以一百七十立方櫃濃鹽酸化之，加入二十立方櫃水。

以上各液，分貯於玻璃管中，如圖十三右端球中之液，移於左端之管中，使達管上之誌記，管頭有輪為橡皮管，緊閉此管，則玻璃管內之液，即停止上下流動也。

於右端玻璃球中貯汞，玻璃管以軟木塞塞之，汞之流動，悉依左管之輪。

(11) 試驗 Performance

取二長玻璃管，容量各為一百立方寸。其一刻有度數，下端以橡皮管連之，內貯一百立方寸飽足以氣之水。刻有度數之管，上下皆有關閉木塞，內貯試氣一百立方寸。度數管之上端，與養輕鉀玻璃球相連，開其木塞，將度數管內之氣逼入，然後再關之，將玻璃球振搖一分鐘，使氣與養輕鉀相接觸，再開木塞，將氣放出，仍令入度數管，量其體積，須留意前後壓力，務宜均勻，所少之氣，為炭養二氣，其體積誌之。將貯試氣之度數管，與硫酸玻璃球相連，開塞放入試氣，以收炭二輕四氣，振搖之後，仍令退回度管，量其體積，所少之氣為炭二輕四，其體積誌之。然後將試氣管，再與養輕鉀玻璃球相連，收其硫養三氣，量其體積，再與過蒜酸玻璃球相連，收其養氣，量其體積，再與綠化銅玻璃球相連，收其炭養氣，量其體積如前。最後將餘之試氣，量出十五立方寸，裝入貯汞玻璃球，再添入空氣七十五立方寸，通之以電，使其炸合，炸時起化學作用，所成之氣為炭養二，再以養輕鉀收之。每次試後，須細心量其體積，除炸合結果外，由其以前所得減少之體積，各氣之成分，可以直接計得。炸合後所求之氣質，為炭，炭輕四，輕氣，三種，炭輕四之多寡，由養輕鉀末次所吸收之炭養二知之，因二氣所有

之體積相等，亦即一體積炭輕四，配合後所成之炭養三氣，仍為一體積也。

(四)計算 Calculation

炸合後體積之減少，為輕氣體積之二分之三，加炭輕體積之二倍，故輕氣之體積，為由體積之減少，減去炭輕四氣所餘體積之三分之二；而淡氣之體積，則為十五立方呎，減去輕氣及炭輕四氣之體積所餘之數。

試驗結果

玻璃之液	試 質	吸收後之體積	吸收之體積	各 氣 之 成 分
養輕鉀	炭養二	九六·八	三·二	三·二
過蒜酸	養	九六·〇	〇·八	〇·八
濃硫酸	炭二輕四	九一·八	四·二	三·八七(四·二減〇·五)
養輕鉀	硫養三	九二·三	四·三	四·三
銅二綠二	炭 養	八八·〇	〇·五	

試氣用於炸合之體積 = 15.3c.c.

空氣用於炸合之體積 = 73.6c.c. (88.9—15.3)

第三編 分析法

試氣炸合後體積 \parallel 70.9c.c.

試氣吸收後體積 \parallel 66.1c.c.

炭養二吸收之體積 \parallel 4.8c.c.

炸合後減少之體積 \parallel 18.0c.c.

炭輕四氣之成分 \parallel $\frac{4.8 \times 88}{15.3} = 27.6c.c.$

十五立方種中之淡氣 \parallel 15.3—5.6—4.8 \parallel 4.9c.c.

輕氣之成分 \parallel $\frac{5.6 \times 88}{15.3} = 32.2c.c.$

淡氣之成分 \parallel $\frac{4.9 \times 88}{15.3} = 28.2c.c.$

氣質分析總表 (燃氣)

雜	氣	百	分	率
炭	養	二	三・二	
養		二	〇・八	
炭	二 輕	四	三・七	

炭	養	四・三
炭 輕	四	二七・六
輕	二	三三・二
淡	二	二八・二
總計		一〇〇・〇

第七章 鹼屬 Alkalies

第一節 食鹽之分析 Analysis of common salt

市上所售食鹽，恒不純潔，除不化質外，尚含石灰及養化鎂等質，茲述其分析法如左：

(一) 水氣之考驗 Estimation of moisture

取市上食鹽，研為細粉，秤出十格蘭姆，置於鉛盃內，放入水汽爐中，乾至一點鐘之久，然後用本生燈燒至紅熱，冷後秤之，所失者為水重。

(二) 綠氣之考驗 Estimation of chlorine

將前研為細粉之鹽，秤出兩份，每份為一格蘭姆，各化於一百立方厘米水中，由度管將硝酸銀規定液滴入試之，至大部分之綠配成綠化銀結沉，加入數滴銻化鉀指標液，再滴規定液，至搖動以後黃色

液變爲永存之紅色爲止，此爲綠氣完全沉結而鉻酸化物初成之證（見前綠氣之試驗）。

(三) 不化物之考驗 *Estimation of insoluble matter*

秤十格蘭姆粉鹽，化於水中，略加鹽酸少許。過濾，濾出之質，洗之乾之，炙燒後秤之，秤得之重，卽爲不化之物，此中砂石爲多；濾下之液，參水至五百立方櫃。

(四) 石灰之考驗 *Estimation of lime*

將前試濾下之液，量出二百五十立方櫃，加入養輕銻，使變鹼性，再加草酸銻，過濾。濾出之質，爲草酸鈣，洗之乾之，炙燒後秤之，秤得之重，爲養化鈣，卽石灰是也。

(五) 養化鎂之考驗 *Estimation of magnesia*

於前試石灰濾下之液，加入磷酸化鈉，使沉淀一夜之久，過濾，用稀養輕銻洗之，乾之。炙燒後秤之，秤得之重，爲過磷酸化鎂 $Mg_2P_2O_7$ ，其重百分之三六·〇三爲養化鎂。

(六) 三養化硫之考驗 *Estimation of sulphuric oxide*

前試不化物時，濾下之五百立方櫃液，試石灰時，用去二百五十立方櫃；其餘之二百五十立方櫃，多加綠化鉍液。俟有沉澱，過濾，收積後洗之，乾之，炙燒後秤之，秤得之重，爲硫酸化鉍，其重之百分之三四·三三爲三養化硫。

(七) 鈉之考驗 *Estimation of sodium*

由前六試所推得各質成分之共數，自一百減之，減餘之數，即為鈉之成分，茲總列表如左：

質	名	百	分	率
水汽	Moisture	〇	三六	
不化物	Insoluble matter	〇	四一	
石灰	Lime	〇	三八	
養化鎂	Magnesia	〇	〇五	
三養化硫	Sulphuric oxide	〇	五八	
綠氣	Chlorine	五九	六一	
鈉	Sodium	三八	六一	
總	數	一〇〇	〇〇	

第一節 蘇打之分析 Analysis of soda

蘇打 Soda 即碳酸鈉，市上所售者，恒含有水分，二養化砂，不化之物，綠氣，三養化硫，養化鐵，及其他鹼性金類等質。其分析法，除養化鐵，鉀質，鈉質，二養化炭外，餘悉與食鹽分析法相同，茲不贅及。又此法亦可用之以分析碳酸鉀，特述如左：

(一) 養化鐵之考驗 *Estimation of iron oxide*

秤出五格蘭姆蘇打，以淨水化之。俟化盡時過濾，濾出之質，爲不化於水之物，其中除養化砂及不化物外，尚含有養化鐵質。乾後燒之，再加鹽酸煮之，是時養化鐵即被酸所溶化。濾出後，用雙鉻酸化鉀法，試出其鐵，知鐵之重，再用一·二八六乘之，即得鐵養之重。

(二) 驗餘質之考驗 *Estimation of available alkali*

秤二三·五格蘭姆試質蘇打，化於水中，加水至五百立方寸。由此中量出五十立方寸，略加酒精黃 *Methyl orange*，將平準規定酸滴入試之。所用酸之立方寸數以二乘之，即爲餘酸之百分率，變爲鉀二養計之。

(三) 鉀質之考驗 *Estimation of potassium*

秤試質蘇打二格蘭姆，以水五十立方寸化於蒸發瓷鍋中，加少許鹽酸，使恰變爲酸性，並使鉀變爲綠化物。再加綠化鉍液，蒸發於水爐，使爲濃質，但勿至乾。取下冷後，滴入綠化鉍數立方寸，勿多攪動，蓋以濃酒精二十立方寸，搖動瓷鍋，以洗所得結晶，沉淀數分鐘，然後過濾。濾得之質，復照前法洗二三次，至濾質之顯出綠化鉍去盡爲止。移入水爐，乾至一點鐘之久，乾後將所得沉澱，刷入已知重量之小碟秤之，所得之重，爲綠化鉍鉀 K_2PtCl_6 ，其重之百分之一六·〇三爲鉀。若濾紙上仍粘有沉澱，炙燒後另秤之，紙灰外所增之重，爲鉍及綠化鉀，以此乘一·四二三，即得綠化鉍鉀

之重，加入原沉澱一並計之。

(附記) 此法亦用之以分析鉀鈉。

(四) 鈉質之考驗 *Estimation of sodium*

此質可以間接算出，其法如下：由已考得之鉀與綠氣及三養化硫，其彼此應配合者為若干減去後，餘者以鈉二養計出，再將多出之鹼減去，則含鈉之多寡，即可推出。

(五) 二養化炭之考驗 *Estimation of carbon dioxide*

將考益驗時所用酸之立方種數以二·二乘之，再以二·三五除之，即得二養化炭之百分率。

第八章 耐火質料 *Refractory materials*

第一節 耐火質料之種類 *Kinds of refractory materials*

天然質料能耐燃燒，而用之於建造冶爐者，為數甚多；耐火性極高之石，亦頗不少；惟每因質性堅硬，或經熱即碎，不便於用。各料性質分酸鹼中立三類，其中以酸性功用最大，茲特分述之如左：

一、酸性質料 *Acid materials*

此類質料，多用之於建築，以坩土 *Clay*，為最普通，次為幹乃思特 *Ganster*，再次為戴納氏石

Dinas rock 及爐砂 *Furnace sand* 如左：

(甲) 坩土 Clay — 爲矽酸化鋁，其純者爲高嶺土，含鋁二養三百分之四十，砂養二四十七，水十三，程式爲 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ 。潔白色，以手摸之，覺極光滑，參水卽成泥，能製爲各種形式。地質各紀皆產坩土，惟普通之耐火坩土，歸石炭紀，此大約因石炭紀每產煤鐵，其母岩接近之坩土，用途較多也。坩土之形狀不一，成於地質紀較近者，質軟有粘性；成於石炭紀者，多係灰白色，似不帶水，加熱則失水，若參水亦仍有粘性；成因更久者，其配合水完全失去，與石板岩相似，加水亦無粘性。普通應用之坩土，含砂養二及鉛養二百分之四十五至六十八，鋁二養三百分之二十一至三十八，水及生物質百分之七至十四，並有鐵鈣鎂及鹼金之養化物少許。

(乙) 幹乃思特 Chinbar — 爲黑灰色粒密之砂岩，多成於石炭紀，亦名含泥砂石。其中之坩，恰能使砂粒結合，砂養二百分之八十二，坩土十四，其水分生物質及不潔質，共爲百分之四。耐火性極佳，用以製造火磚，供裏爐之用，其成分如下：

砂	養 二	八九・三七	鋁 二 養 三	六・三六
養 化	鐵	一・七二	鈣 養	〇・七〇
鎂 養		〇・三六	水及生物質	三・七八

(丙) 戴納氏磚 Dina's brick — 爲含砂養二較多之質，用以裏爐並製砂磚。此質含坩極少，參水無

粘性，故製磚時，須加粘合質，恒用者為石灰，以百分之一為宜。此磚初製時，宜小心提取，後始固，石灰燒後，與砂配為矽酸鈣，為牽合之用，其成分如下：

砂	養二	九八·三一	鋁二	養三	〇·七一
養化鐵		〇·一八	鈣	養	〇·二二
鹼性質		〇·一八	水及生物質		〇·三五

(丁) 爐砂 Furnace sand——冶銅之返射爐，及酸性西門氏冶鋼爐等，皆用砂養二為爐底；此在砂磚之上，每鋪寸許，即燒一次，至全厚為十寸至二十寸為止，是為工作爐底。爐砂須含若干參料，以使結合；其應各種用途者，成分恒不一致，列表如左：

爐砂	砂養二	鋁三養三	鐵二養三	鈣養	鎂養	鹼金	水分	用途
一	九七·二五	〇·二六	〇·一六	〇·〇八	〇·三九	〇·五九	〇·二四	冶鐵
二	八六·〇〇	一·六〇	一·二〇	五·七〇	〇·〇八	〇·三八	〇·五二	冶銅

二、鹼性質料 Basic materials

前言之耐火質料，均係酸性，即因其含砂養二甚多也。此砂養二極易與鹼質，如鈣養鎂養等相配在普通爐中，則上所言之二鹼質即足應用，此外尚有鋁二養三，分述如左：

(甲) 鈣養 Lime —— 獨質石灰，見水則裂，且粘性極弱，故無大功用。用時雖參石腦油以鋪爐底，然恒無美滿之結果，溶度為一千九百度左右。

(乙) 鎂養 Magnesia —— 此由燒鑛石之碳酸鎂 *Magnesia* 所得，其中恒含若干不潔之質如鈣養及鐵養砂養二等。自鹼性爐製鋼法盛行後，此質之用途，亦大為擴充。製磚時以此百分九十已燒之質，再加百分之十未燒者，參若干石腦油，壓入模內成形，然後燒之。所得之磚，質密而硬，惟較磚引熱力大，且不能受倏忽冷熱，是其短耳。此質耐火性極強，能受攝表一千九百餘度之熱。

(丙) 白雲石 Dolomite —— 是為碳酸化鈣鎂，曾用以裏鹼性之煉鋼爐，現時多用鎂養代之。常用之白雲石，恒不潔淨，碳酸鈣鎂之外，尚含有少許砂養二。燒時碳酸鈣鎂，即變為鈣養鎂養，壓入模中製之成磚，燒至大熱，則砂養二與此養化鈣鎂相配，而成堅固之磚質。又恒碾熱石腦油於燒後之白雲石中，壓入模中以製之。

(丁) 鋁二養三 *Bauxite* —— 此質恒含有水，純者極少，其雜質為養化砂鉍及鐵，以鐵二養三為最多。則以冶鋁，故不多作為耐火料，能代鎂養，價亦甚廉。用時多製為磚，近中立性，有時亦作中立質料之用。

三、中性質料 *Neutral materials*

此類質料，僅用以作隔離之用，故雖產額不多，而用途亦有限。

(甲) 鉻鐵礦 Chromite —— 爲鉻酸化鐵，純者百分之六十八爲鉻二養三，百分之三十二爲鐵，惟每含砂養二。

(乙) 筆鉛 Graphite —— 爲純炭質，性極耐火，爲中立性，用以製鍋，電爐中用之更多。溶度無限，惟燒至攝表三千七百度則化氣。西倫製鍋筆鉛頗純，百分之九十爲炭，餘爲養化鐵及砂養二。此種溶鍋，不能受養化火燄。

人造筆鉛，亦能製造溶鍋，焦炭參珩，亦能作中立性耐火質料之用。

(丙) 炭化砂養二 Carborandum —— 以砂石與煤再參木末，溶於電爐，即得此質。有結晶者，能受攝表二千二百餘度之熱，在此熱度以上，即化氣分解。

(丁) 養化砂炭 Silokicon —— 亦由電爐所製者，程式爲 $\text{SiO}_2 \cdot \text{C}_2\text{O}$ ，不易爲各種煉渣所侵蝕。

第二節 耐火質料之攷察 Examination of refractory materials

耐火質料之要素有二：(一) 不爲冶爐熱度所溶化，故其形式即可不變；(二) 不爲接觸之溶化質料所侵蝕，故能經久。普通建爐及其同等用途所需質料爲火泥，係爲砂酸化物；又砂養二，石灰，鎂養，炭，及數種金類養化物，亦各應特別之用途焉。

(一) 爐砂之考察 Examination of furnace sand

試阻溶化力 To test resistance of fusion

將三小泥鍋放於半磚之上，中間之距離，以便於裝置燃料為宜，用泥糊之，使不搖動，將所比試之砂質，各放入鍋內，其多寡為鍋容積之四分之三，蓋上鍋口，用泥封之。未蓋之先，須將蓋之裏面用紅養化鐵標誌之，以便識別。

預先燃着之風爐，將其內燒紅之焦炭，用鐵夾移出若干，至盡爐條為止，再將此帶鍋之半磚，小心放入爐內，使磚底與爐條相切，然後加入無煙炭，升爐中之熱，愈大愈佳。約二小時之久，隨時添入炭質，俾熱度不至低降，並選較平之炭片，安放鍋上，以助燃燒。俟燒足時，將各鍋由磚取下冷之，擊去其蓋，用顯微鏡考察各砂質受燒後之情形，分別記之。

(附記) 爐砂熔度頗高，故在爐之熱度熔化者極鮮。

(1) 火泥之考察 Examination of Fireclay

取三種標本，每種以能製二小泥鍋及二小試片為度。其三分之一，應先置於煨燒碟，在馬福爐中或置於火泥鍋在風爐中煨燒之，然後與未燒者三分之二分別研之，使過三十嗎噓之羅，參合勻和，並浸潤一二日之久，然後造出六個泥鍋，並用刀削出六個試片，片之大小厚薄如圖十四漸乾之，並用紅色養化鐵，誌以記號，以便識別，置入馬福爐中燒之至紅。燒時先將鍋及片放入爐中，然後燃爐。

試阻熔化力 To test resistance to fusion

試法手續與試爐砂相同，每泥鍋內置試片二塊，試後察驗情形，並用顯微鏡窺各片之邊角會否熔

化，分別誌之。

或將此試片與木炭粉相參，裝入泥鍋，放於風爐燒之，則試片不惟受大熱，且有還原作用，故含有養化鐵之水泥，經此試驗，必大受影響。

試阻侵蝕力 *To test resistance to corrosion*

(甲) 將新製之小泥鍋，每種取一個，置於半磚上，秤入二十格蘭姆紅鉛或鉛養，在馬福爐中燒之，首被侵蝕破裂者誌之。俟第二鍋被蝕破時，由爐取出，傾去熔渣，此應為矽酸化鉛及鉛養之參合物，並誌之以比其侵蝕後之情形。

(乙) 將新製小泥鍋，每種取一個，置於半磚上試之如前，惟鍋內所裝之質，為黑養化銅及紅鉛各十格蘭姆。

(丙) 照前甲乙二試試之，鍋內為鉛塊二十格蘭姆，礮砂一格蘭姆。

此試之銅，當燒時應熔化之，有時以用風爐為便。

(三) 火磚之考察 *Examination of firebricks*

試阻熔合力 *To test resistance to fusion*

將所試各磚，擊為有稜小塊，照前試火泥片法裝入鍋中試之。

各試所得結果，須列表記之，以資明瞭！

第三編 分析法

第三節 火泥之分析 *Analysis of fire clay*

火泥之主要質爲養化鋁及不化之矽酸化質，其次爲石灰，養化鐵，養化鎂等，其分析之法如左：

(一) 水氣之考驗 *Estimation of moisture*

將試質秤出五格蘭姆，置入水汽爐中乾之，至其重量不變爲止，所失之重，卽爲水氣。

(二) 有機質之考驗 *Estimation of organic matter*

前試所得之質，秤出二格蘭姆，放入鉛爐中，炙燒至紅熱，冷後秤之，所失之重，卽爲有機質。

(三) 砂養之考驗 *Estimation of silica*

將試水汽後之乾質，秤出二格蘭姆，置入鉛鍋，略蓋以水，再加二十立方厘硫酸，蒸發之，緩燒之，至大部分未配之酸逐去。冷後，再加酸復蒸燒一次，加鹽酸煮之，過濾，濾下之液，另貯之，洗之，乾之，炙燒後秤之。

(四) 不化物之考驗 *Estimation of insoluble matter*

將前分出之砂養，加入濃炭酸鈉液，沸之，過濾，洗之，乾之，炙燒後秤之。

(五) 養化鋁鐵之考驗 *Estimation of alumina and ferrous oxide*

前試砂養二時濾下之液，加炭酸鈉液，至近變中立性時，再加醋酸鈉沸之，過濾，濾下之液保存之。

濾得之質，以鹽酸化之，參水至容量為二百立方釐，分為二份，每份為一百立方釐。

其一份用以考養化鐵，法先使還原，然後用雙鉻酸化鉀規定液試之（見鐵之考驗）。試出之後，以一·二八七乘之，即為養化二臂鐵之重，再由此往出養化三臂鐵重。

其他一份，用以考養化鋁，法加養輕銦液略多，沸之過濾，濾得之質，以熱水洗之，乾之。炙燒後秤之，其重為養化三臂鐵及養化鉛，但化三臂鐵之重，由前一份業已試出，由此減之，餘者即為養化鋁。

(六) 石灰之考驗 Estimation of lime

上試所保存之濾液，蒸發使濃，加草酸銦及養輕銦，沸後過濾，濾下之液，保存之。濾得之質，用強熱炙燒之，冷後秤之，其重即為石灰。

(七) 養化鎂之考驗 Estimation of magnesia

上試所保存之濾液，加入磷酸化鈉，沉淀後過濾，洗之，乾之，秤之，其重為過磷酸化鎂，其百分之〇·三六〇·三六〇三六為鎂養。

(八) 鉀及鈉之考驗 Estimation of sodium and potassium

泥質不能完全化於酸中，故分析蘇打法中所用之鉀鈉分析法，不適用於用，另有便法，特述如左。秤〇·五至一格蘭姆研細之泥質，與同重之綠化銦參於瑪瑙鍋中研之，再加八倍其重之炭酸鈣

，移入鉑鍋，用本生燈燒之，約十分鐘之久，綠化銻即完全溶化，然後增至紅熱至三刻鐘之久，加熱時應蓋鍋口。冷後再移入四寸直徑之蒸發盆，洗其鉑鍋，洗質亦歸入蒸發鍋，參水至六十或八十立方吋，熱之至沸。過濾洗之，於濾下之液中，加一·五格蘭姆炭酸銻，蒸發此液，約至四十立方吋，再加炭酸鈉少許，並加五立方吋養輕銻。過濾，使濾液直濾於已知重量之鉑盆，蒸發至乾，緩加熱逐去綠化銻後，用暗紅熱炙燒之。冷後秤之，秤得之質，為綠化鹼金類之混合物。用水化後，以綠化鉑液，照前分析鉀鈉法試之。

第四節 土質之分析 Analysis of earth

泥土在地球上，無處不有，人多忽視之，殊不知對於農業陶業，皆有關係，而對於鑛業，關係尤重。但其分析法極為複雜，茲就其最簡單者述之。

泥之組成，隨地而異，所含之質，約為：

- (一)有機質及結合水分 Organic matter and combined water
- (二)不溶解之砂礫及砂養 Insoluble sand granule and silt
- (三)能溶解之砂養 Soluble silica
- (四)鐵二養 Ferric oxide
- (五)鋁二養 Alumina

(六) 鈣養 *Lime*

(七) 鎂養 *Magnesia*

(八) 磷酸 *Phosphoric acid*

(九) 鉀二養 *Potassium oxide*

(十) 鈉二養 *Sodium oxide*

(十一) 硫磺 *Sulphur*

(一) 有機質及結合水分之考驗 *Estimation of organic matter and combined water*

將所試之泥，使之完全乾後，秤出一格蘭姆，置坩鍋內燒之，至現紅色爲度。加碳酸銨 (NH_4CO_3) 水浸濕之，再燒之，使銨鹽類驅除淨盡而後秤之，其所失之重量，卽有機質及結合水分。

(二) 不溶解之砂礫及砂養二之考驗 *Estimation of insoluble sand, granule and silica*

將上所剩之質浸於鹽酸內，燒乾，其熱度不得過攝氏表一百二十度，冷之，再加鹽酸及水熱之。過濾後，以蒸溜水洗滌數次，將濾紙及其上之質，置坩鍋內，先以酒精燒乾，再用煤油氣燈燒之，至濾紙所含之炭素揮發淨盡爲止。冷後秤之，其重量卽不溶解之砂養二及其化合物也。

(三) 能溶解之砂養二之考驗 *Estimation of soluble silica*

將上次濾下之液蒸發使乾，加鹽酸及水再熱之，過濾以水洗之，置坩鍋內燒之。俟濾紙之炭素揮

發秤之，其重量即能溶解之砂養二也。

取上第三次之濾下液及洗滌液，混合加水至四百立方糎，分為兩份：一份為三百立方糎，他份為一百立方糎；前者為分析磷酸及鹼屬質之用，後者為分析鐵鋁鈣鎂各養化物之用。

(四) 鐵二養三之考驗 *Estimation of ferric acid*

取一百立方糎之液，加硝酸少許熱之，使二臂鐵為三臂鐵。再加少量之銻綠 NH_4Cl ，徐徐加以銻水， NH_4OH ，則鐵即沉澱為鐵二(養輕) $6\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ 。同時銻亦沉澱為銻二(養輕) $6\text{Al}_2(\text{OH})_6$ 。用濾紙濾過，再將此沉澱復溶解於少量之鹽酸中而煮沸之，加鈉養輕鐵即沉澱為鐵二(養輕)六。濾過後，再用鹽酸溶解，用銻水沉澱濾過，以水洗滌，置坩鍋內燒之。其所得之渣，即為鐵二養三之重量。

(五) 鋁二養三之考驗 *Estimation of alumina*

將第四次鈉養輕沉澱後之濾過液，加鹽酸少許，再加結晶鉀綠養三，置燈上煮沸，再加銻水煮一二時，俟銻質揮發淨盡為度。冷後過濾，以水洗滌數次，置坩鍋內煨燒，秤之，是為鋁二養三之重量。

(六) 鈣養之考驗 *Estimation of lime*

將上第四次最初之濾過液(即鐵鉛沉澱後濾下之液)，加銻養輕及銻草酸 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，俟沉澱靜

沉，至五分鐘之久，濾之，以水洗滌。置坩鍋內煨燒，則草酸化物，即變為碳酸化物；故此渣即碳酸化鈣，由其重量，鈣養之成分即可推出。

(七) 鎂養之考驗 Estimation of magnesia

將上次濾過之液，加銦養輕少許，再加磷酸輕鈉 Na_2HPO_4 ，鎂即沉澱為磷酸鎂 $\text{Mg}_3\text{P}_2\text{O}_7$ 。靜沉數小時，過濾以水洗數次，入坩鍋內煨燒，秤之，是為磷酸鎂。以此所得之重量乘 0.36 ，即得鎂養之重量。

(八) 磷酸之考驗 Estimation of phosphoric acid

取前第三次所分三百立方厘米之一份，漸加過量之銦養輕水，過濾洗之。其濾下之液，含鹼屬各質；濾紙上之沉澱，為磷酸之鹽，多為磷酸鐵及磷酸鋁之結合物。將此沉澱再溶解於硝酸，復加鉍酸鉀 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ，使磷酸沉澱為鉍酸化物。靜置二小時而後濾之，用含銦養輕少許之蒸溜水洗滌，置坩鍋內煨燒之。其渣為磷酸化鈣 $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_7$ ，由此重量乘 0.458 ，即得磷酸之量。

(九) 鉀二類之考驗 Estimation of potassium oxide

取前試之初次漏液，蒸發使乾，以除盡鉍鹽類，用少許熱水溶解之。置坩鍋內蒸發，此殘留之渣，為鹼屬金類之綠化物（須秤記重量），將此渣再溶解於水，加綠化白金液 Platinum chloride solution，蒸發使乾，加酒精靜置之。冷後，用已知重量之濾紙濾過，以酒精洗數次，置於一百度之溫爐內烤之。

至乾。此渣是爲綠化白金鉀 K_2PtCl_6 ，以其重乘一九·三九，即得鉀二養之成分。

(十) 鈉二養之考驗 Estimation of sodium oxide

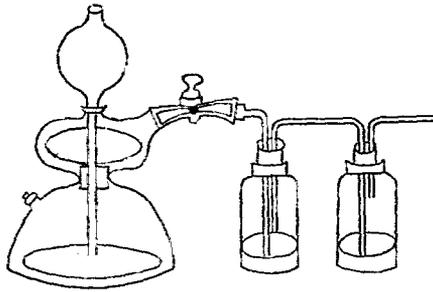
由已知重量之鹼綠化渣內，減去綠化鉀鉍之重量，即綠化鈉之重，以此重量乘三九·三四，即得鈉之百分率。

(十一) 硫磺之考驗 Estimation of sulphur

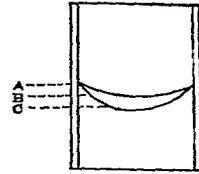
取一格蘭姆乾泥，溶解於淡鹽酸，蒸發至乾，加水濾去砂養二。加硝酸鉍 $Ba(NO_3)_2$ 於濾液中，即起硫酸鉍 $BaSO_4$ 沉澱，煮沸俟冷過濾，用水洗滌，置鉍鍋內煨燒。冷後秤之，以此重量乘一三七，即得硫之百分率。

(十二) 綠氣之考驗 Estimation of chlorine

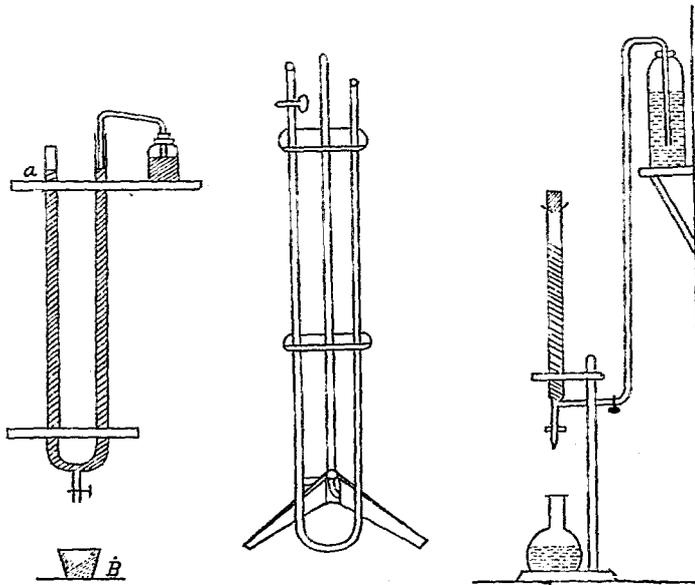
取一格蘭姆乾泥，用硝酸化之，加硝酸銀 $AgNO_3$ ，即成綠化銀 $AgCl$ 之沉澱。過濾，以水洗之，入坩鍋內煨燒。待冷秤之，以其重乘二四·七，即得綠之百分率也。



圖四



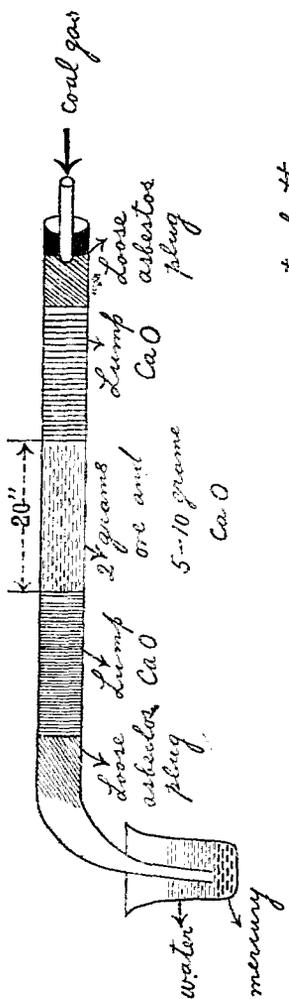
圖一



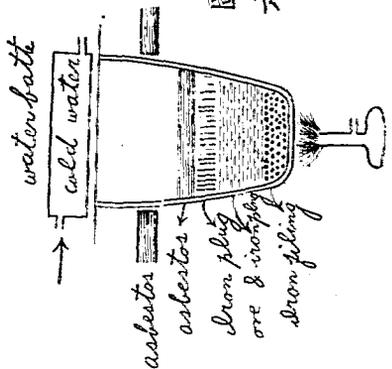
圖三 (B) (第九頁) 圖三 (A)

圖二

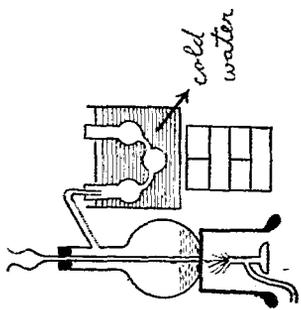
圖五



圖六

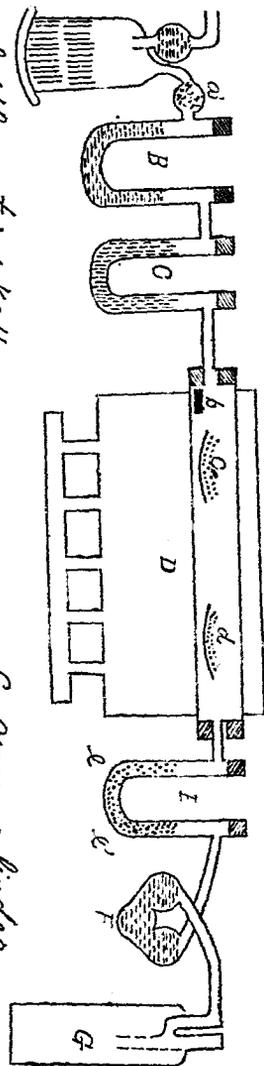


圖七



圖九

Combustion apparatus



A. bottle contains KOH
to absorb CO₂.

B. Contains H₂SO₄ to
absorb water.

C. Contains CaO to catalyze
any SO₂ and P₂O₅.

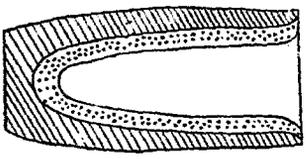
D. Combustion furnace.

E. Contains CaCl₂ & KOH.

F. Contains H₂SO₄.

圖八

八



G. Oxygen cylinder.

a. a. Contains CaCl₂.

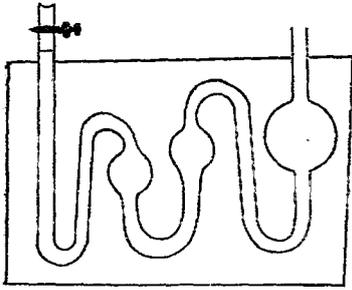
b. A piece of asbestos.

c. Cu O.

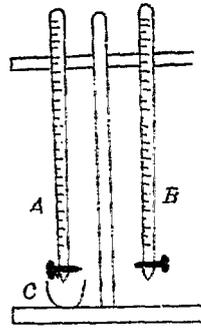
d. Boat contains iron
or steel.

e. e. CaCl₂ and KOH.

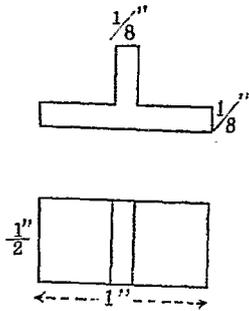
圖十三



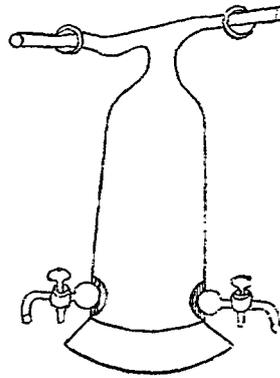
圖十



圖十四



圖十一



圖十二



附錄一

鑛物鑑定法 *Methods of determining minerals*

大地之上，鑛物繁多，辨別種類，至為重要，鑛業業恆依其物理性質及化學變性之不同以鑑定焉，其法如下：

(I) 物理性質之鑑定 *Test according physical properties*

各種鑛石，率均具有特殊之物理性質可以鑑別，其最重要者，如形狀，裂紋，斷口，硬度，固力，比重，色粉，條痕，光澤，透明度是，其次為折光，螢光，磷光，電性，磁性，味臭等性，茲分述之如次：

(A) 形狀 *Form*

結晶體 *Crystals*——物質分子之凝結有定形狀而能適合幾何學之規則者，謂之晶體；其構造之體，恆現特別狀態，其名稱亦各因之而異。

- (一) 八面體 *Octahedron* 如明礬，金剛石，螢石，黃金，磁鐵鑛，黃鐵鑛等是。
- (二) 立方體 *Cube* 如食鹽，方鉛鑛，黃鐵鑛等是。
- (三) 柱狀結晶 *Columnar* 如水晶，黃玉，輝鎂鑛，鋼玉等是。

(四)板狀結晶 Tabular 如雲母石，輝鐵鑛等是。

(五)錐形結晶 Pyramidal 如硫磺，重晶石，針形鑛等是。

(六)斜方形結晶 Rhombohedral 如方解石，菱鐵鑛等是。

結構質 Structure —— 鑛石之結構，雖間有參差，然同類鑛產，其狀態率多一致如下：

(一)由內部組織而區別者：

纖維狀 Fibrous 如石綿，石膏等是。

放射狀 Radial 如孔雀石是。

板狀 Tabular 如重晶石等是。

片狀 Micaceous 如雲母石是。

鱗狀 Scaly 如雲母石是。

粒狀 Granular 如大理石，錫石等是。

(二)自外形而區別者：

腎形 Reniform 如赤鐵鑛，褐鐵鑛等是。葡萄形 Botryoidal 如玉髓，褐鐵鑛等是。

杏仁形 Amygdaloidal 如瑪瑙是。

鐘乳形 Stalactitic 如鐘乳石是。

豆形及球形 Ylobular 如錫石是。

樹枝形 Dendritic 如自然銅是。

無定形 Amorphous —— 鑛內外組織，無一定之規則者，謂之無定形體，如石灰，硫磺等是。

(B)裂紋 Cleavage

結晶之鑛物，恆按一定方向，自然裂開，而現原樣結晶者，謂之裂紋；此亦有完全與不完全之分

裂紋之完全者——如雲母，方解石，黃玉，長石，方鉛礦，石鹽，閃鋅礦等是。
裂紋之不完全者——如石英，黃銅礦等是。

(C) 斷口 Fracture

鑛石不依一定之方向裂開者，謂之斷口，其狀不一。

介殼口 Conchoidal 如石英，水晶等是。參差口 Uneven 如鑽石，電氣石等是。

多片口 Shintory 如蛇紋石，燧石等是。鏡形口 Hackly 如金屬之斷口是。

土狀口 Earth 如白堊，陶土等是。

(D) 硬度 Hardness

鑛石之硬度，隨種類而異，可以各種礦物互相抵觸而比較之。茲將普通所用之摩司硬度表舉述如次：

(一) 滑石 Talc	1.0	(二) 石膏 Gypsum	2.0
(三) 方解石 Calcite	3.0	(四) 螢石 Fluorspar	4.0
(五) 磷灰石 Apatite	5.0	(六) 長石 Orthoclase	6.0
(七) 水晶 Quartz	7.0	(八) 黃玉 Topaz	8.0

附錄一 鑛物鑑定法

(九)鋼 玉 Corundum 九・〇

(十)金鋼石 Diamond 十・〇

(E)凝固體 Solid

用槌碎擊，或屈曲鑛物，其所具之抵抗力，曰凝固性。由其抵抗之情形，可分以下數種：

展性 Malleability —— 卽槌成薄片而不致裂碎之性，金屬等質，有此特性，以金爲最，銀銅鉛次之。

延性 Ductility —— 卽能引爲細絲之性，亦爲金屬之特性，金爲最，銀次之。

軟脆性 Secility —— 卽能以刀切而不能受槌擊之性，如石墨等是。

彎曲性 Flexibility —— 卽一經彎曲不再復原之性，如滑石等是。

彈性 Elasticity —— 此與彎曲性之異點，在彎曲之後，一釋去所加之力，卽能復原，如雲母等是。

脆性 Brittleness —— 此爲多數鑛質之通性，卽能碾爲粉末，如鐵硫二，自然靈，弗石，石英，方

解石等是。

柔性 Toughness —— 卽施力不碎之性，與脆性相反，如熟鐵等是。

(F)比重 Specific gravity

設水重爲一，視同容積之鑛物，重於此水量之幾倍者，所得比例數，卽爲此鑛物之比重。鑛物之

比重，恆有一定，習見鑛物之比重表如次：（以水爲一）。

(一) 石油	○·七	(二) 無煙炭	一·四	(三) 明礬	一·七
(四) 石膏	二·三	(五) 長石	二·六	(六) 雲母	二·八
(七) 褐鐵鑛	三·六	(八) 黃銅鑛	四·二	(九) 輝銻鑛	四·六
(十) 磁鐵鑛	五·○	(十一) 黃鐵鑛	五·○	(十二) 赤鐵鑛	五·二
(十三) 錫石	七·○	(十四) 輝銀鑛	七·四	(十五) 方鉛鑛	七·五

習見金屬比重表：（以水爲一）。

(一) 鉑	二一·五○	(二) 金	一九·五○	(三) 汞	一三·五九
(四) 鉛	一一·四五	(五) 銀	一○·五○	(六) 銅	八·九六
(七) 鋅	八·八○	(八) 鐵	七·八○	(九) 錫	七·二九
(十) 鉛	二·六七	(十一) 鎂	一·七五		

(G) 顏色 Colour

各種鑛物，恆具特異之顏色，極易識別，如黃金色黃，白銀色白，殊砂色赤，石墨色黑等是。然此皆天然固有之色，謂之自然色；亦有一種鑛石而呈數色者，如水晶有白藍紫綠等色，雲母有白棕紅等色是，此因含有別質所致，故謂之假色，又鑛質恆具二者以上參雜之色，謂之雜色。此種鑛物，尤

估多數。

(H)條痕 *Streak*

鑛物之色，其外形與粉末恆異，因外形雖時有變異，而粉末則不變也；故察鑛物者，每將鑛物劃於硬磁板上，使成條痕，以覘其色。如赤鐵鑛，外形雖有黑赤之異，而條痕恆爲赤色；黃鐵鑛外形雖有赤黃之殊，而條痕恆爲黃色；又鑛物原爲無色，因含有別質，而現假色者，其條痕恆爲無色。

(I)光澤 *Lustre*

鑛物外面反射光線所現各種輝燦之光彩，謂之光澤。鑛物之色，既各不同，故光澤亦皆有異，約而計之，可別爲六：

(一)金屬光澤 *Metallic Lustre*——此爲普通金屬之光澤，凡金類質皆具有之；有時略有變更者，名曰半金屬光澤。

(二)透明光澤 *Vitreous Lustre*——亦名玻璃光澤，鑛物之具此光澤者爲水晶岩；欠完全者名曰半透明光澤，鑛物具此光澤者爲方解石等。

(三)脂肪光澤 *Resinous Lustre*——鑛物之具此光澤者，爲閃鋅鑛，硫黃，琥珀等。

(四)珍珠光澤 *Pearly Lustre*——鑛物之具此光澤者，爲滑石，鎂堊鑛，亮光石膏等。

(五)絹絲光澤 *Silky Lustre*——鑛物之爲此光澤者，爲石棉，纖維石膏等。

(I) 金剛光澤 Adamantine lustre —— 與金剛石之光澤同，鑛物之具此光澤者，為金剛石等。

(J) 透明度 Transparency

鑛物之個體光綫能透過者，謂之透明體，然亦有因厚薄而異者：

- (一) 透明 Transparent —— 光綫通過毫無隔闕者，如水晶，白雲母是也。
- (二) 半透明 Subtransparent —— 光綫不能完全透過者，如長石，方解石是也。
- (三) 微透明 Translucent —— 鑛物邊角稍薄處，略透光綫者，如金類各鑛物是也。
- (四) 不透明 Opaque —— 即不能透過光綫之鑛物也。

(K) 折光 Refraction

光線由甲物體射入乙物體，則其光路必變方向而進行，是為折光，共分二種：

- (一) 單折光 Single refraction —— 普通結晶質皆具此性。
- (二) 複折光 Double refraction —— 鑛物之具此性者，為極淨之方解石等。

(L) 螢光 Polarization

物體被光線照射，能撫散燦爛而發異色者，謂之螢光，如紫螢石，能透綠色之類是。電氣石片，及冰島方解石片，恆用之以試察此性。

(M) 燐光 Phosphorescence

附錄一 鑛物鑑定法

鑛物之能目發光者，謂之燐光。如烘螢石於炭火者，則生綠光；或摩擦水晶面，使之溫熱，亦能發光；或曝金剛石於日光中，俟數分鐘，忽置暗處，亦能發光是也。西人畢叨類氏研究此性，謂各鑛物之富有燐光者，以黃色金剛爲最，其次爲螢石等，列表如次：

- (一) 金剛石(黃色爲最)；(二) 螢石；(三) 石灰石(尖錐形結晶者)；(四) 石灰凝結體；(五) 粉筆石；(六) 磷灰石；(七) 重晶石；(八) 錫鑛石。

(N) 電性 Electricity

鑛物被灼熱或摩擦，則生電氣，謂之電性。如灼熱電氣石，水晶等，與摩擦硫黃琥珀等，皆可發生電氣。

(O) 磁性 Magnesian

能吸引磁鐵者，謂之磁性。具磁性之鑛物極少，以磁鑛最爲顯著，能吸引鐵粉鐵針等物，又菱鐵鑛經熱亦然，此外如鎳鉛等，亦略具磁性。

(P) 滋味 Taste

鑛物之有此種性質者，大抵皆易化於水，恆以口試之，如味鹹者爲岩鹽，味酸者爲蘇打及碳酸鉀，味涼者爲硝石及綠養化鉀，味辣者爲膽礬，味辣略甘者爲明礬，味苦者爲瀉鹽，味酸者爲硼酸等是也。

(C) 臭性 Odour

鑛物之臭性，恆以鼻嗅別之，如陶土粘土之有土臭，硫磺之有硫臭，鑿之有蒜臭，臘石之有油臭，硫化輕之有腥臭是也。又石英及石灰石，有時亦具有腥氣。

(R) 熔度 Melting point

鑛物受熱熔化，須有一定溫度，謂之鑛物之熔度。西人科比羅 Kohler 氏所訂之熔度表，用以為各鑛物熔度之比較標準，而鑑定其熔度之數，甚屬便利，述之於次：

- (一) 輝銻鑛 Antimonite —— 可熔於燭火焰
- (二) 鈉沸石 Natrolite —— 薄薄燭火能熔
- (三) 柘榴石 Almandite —— 可以吹管熔之
- (四) 陽起石 Actinolite —— 碎片吹管能熔
- (五) 正長石 Orthoclase —— 能熔惟頗難
- (六) 古銅石 Bronzite —— 碎粉可用吹管略熔
- (II) 化學變性之鑑定 Test according chemical changes

鑛物就外形觀察，雖可略為鑑定，然究未能精確。故不得不更以化學之反應驗之，即所謂定性分析是也。其法分乾濕二種，茲撮要述之如次：

(I) 乾試法 Dry tests

乾試法者，即用吹筒所吹之火焰，以考驗鑛石而察其反應之謂也。

(A) 玻璃試驗 Glass test

附錄一 鑛物鑑定法

試取所考之質一小份，裝於玻璃管內（玻璃管之長應為二寸許，徑為四分之一寸許），用本生燈，或酒精燈燒之，誌其變化如左：

- 1 若發紫氣，且有黑色顆粒凝結於管上，則係碘，即知為碘之化合物。
- 2 如有灰色金類如鏡，凝結於管之上端，則係汞，即知含汞質；若此凝結物性脆，易於落下，則係鑿。
- 3 若現白色粒狀之昇華，則係白鑿，即知為含鑿物；若此昇華為針狀，則係銻。
- 4 若變為黑色液質，漸冷則色漸淡，與完全冷時，成黃色固體，則係硫磺。
- 5 若為黑色昇華，則係汞硫；若昇華為黃色，擦之則變為紅色，係汞碘二；若不變時。紅色者為鑿二硫三。
- 6 加強熱時，有棕色昇華與所燒之物相近，則為銻二硫三。
- 7 含水質及含結晶水質，燒之則發水氣。
- 8 碳酸化物，除鹼性金屬以外，燒之則發炭養二氣，所餘之物為其養化質。
- 9 阿莫尼亞與不易蒸發酸相配之鹽燒之，發淡輕三氣有味。
- 10 鹼性金屬如鉀鈉銶等質之綠養化物，硝酸化物，二養化物等，燒之則發養氣。
- 11 重金屬如鉛銻汞等之硝酸化物，燒之則發棕色氣，為淡二養四，或淡養二。

- 12 重金屬之硫酸化物，燒之發硫養二氣。
- 13 弱硫酸化物及硫化物，燒之亦發硫養二氣，有臭味，餘質爲其養化物。
- 14 燒時發各種氣質：
- 棕色者爲淡養二或溴。
- 紅黃色者爲鉻二養三。
- 綠黃色者爲鉻養三，餘物應爲綠色。
- 藍綠色者爲銅及鎳之鹽，餘物應爲黑色。
- 15 若先現紅色養化物，後現金類鏡狀，則爲含汞質。
- 16 若爲漿質而發葱蒜味時，則爲生物質。
- 17 發苦味之炭淡氣，並成淡紅色火簇，係重金屬之炭淡化物。
- 18 若所燒之質，先漲後縮，則爲硼酸或磷酸及礬之化合物。
- 19 若物質燒時磷化，冷則重結定體，則爲鹼金屬之鹽質。
- 20 若物質燒時現黃色，冷時仍爲白色者，則爲鋅養。
- 21 若燒時現黃棕色，冷則成污形淺黃色，則爲錫養二。
- 22 燒時黑紅色，冷爲黃棕色，則爲鐵二養三。

23 燒時由白色變爲橘黃或紅棕色，冷時成深黃色，加強熱易於燃燒，則爲鉍二養三。

24 燒時由黃色變爲紅棕色，冷成黃色，燒至紅熱時能熔，則爲鉛養。

(B) 試筒試驗 Test tube test

將所考之質研爲細粉，裝入乾淨試筒內，加少許鹽酸，用本生燈或酒精燈燒之，誌其變化：

1 碳酸化物如石灰石，白雲石等，燒之發炭養二氣，用石灰水試之，現白色沉澱之鈣炭養三。

2 硫化物如方鉛礦，閃鋅礦，輝銻礦等，燒之發硫化輕氣，有腥臭，用鉛醋紙試之，現黑色鏡狀之

鉛硫。

3 弱硫酸化物如弱硫酸鉀鈉等，燒之則發硫養二氣味，與燒硫磺同。

4 多硫弱硫酸化物如海普(鎳二硫二養三)，燒之，則發硫養二氣，有味，並有黃色之硫分出。

5 多種養化物及輕養化物，如養化鎂，養化鈣，及鎳養輕，鉀養輕等，燒之即化，僅留少許之餘剩

質。

6 多養化物，如錳養二，鉛養二等，燒之則與鹽酸配合而發綠氣。

7 炭淡化物，如鉀炭淡，及鎳炭淡等，燒之則發輕炭淡氣味，與苦杏仁味同。

8 給養質如熔養化物，綠養化物等，燒之則發綠氣，有收斂臭味，並能漂白。

(C) 硼砂球試驗 Borax bead test

曲鉛絲之一端於鉛筆頭上，使成小環，附以礪砂，用吹管燒之，則成一無色之球，名曰礪砂球。將所考之鑛質一份，研為細粉（若宜煨燒時，先煨燒之），粘於此球上，先用養化焰熔之，後用還原焰熔之，將所得之結果，列如下表：

鑛	別	焰	別	熱時狀況	冷後狀況
鑛	養化	原	焰	紅色至黃色	黃色
同	前還	原	焰	綠色	綠色
鉻	養化	原	焰	藍色	藍色
同	前還	原	焰	藍色	藍色
銅	養化	原	焰	藍色	藍色
同	前還	原	焰	藍色	藍色
鐵	養化	原	焰	無	紅色不透明
同	前還	原	焰	無	紅色不透明
錳	養化	原	焰	紫色	紫色更顯
同	前還	原	焰	黃色	暗綠色
同	前還	原	焰	無	無

同	鉞	同	鈾	同	鎊	同	鉛	同	鎳	同	鉅
前	鑛	前	鑛	前	鑛	前	鑛	前	鑛	前	鑛
還	養	還	養	還	養	還	養	還	養	還	養
原	化	原	化	原	化	原	化	原	化	原	化
燂	燂	燂	燂	燂	燂	燂	燂	燂	燂	燂	燂
棕	黃	黃	黃	深	淡		黃	無	紫		無
		綠	棕	黃	黃						
色	色	色	色	色	色		色	色	色		色
綠	黃	暗	黃	黃	無	黃	無	灰	紅	棕	無
	綠	綠		棕		至		不	棕		
色	色	色	色	色	色	棕	色	透	色	色	色
						明		明			
						色		色			

(D) 磷鹽球試驗 Microcosmic snet bead test

曲鉛絲一端，使成小環如前，附以磷鹽、用吹管熱之，即成無色之球，是為磷鹽球。將所考已研

爲細粉之鑛質(必須無燐錒等質)粘於其上，先用養化燐熔之、復用還原燐熔之、並將所得各種狀態分誌如左：

鉛	同	銅	同	錳	同	銅	同	鉻	同	鐵	鑛
鑛	前	鑛	前	鑛	前	鑛	前	鑛	前	鑛	質
養	還	養	還	養	還	養	還	養	還	養	燐
化	原	化	原	化	原	化	原	化	原	化	
燐	燐	燐	燐	燐	燐	燐	燐	燐	燐	燐	別
黃	深	黃	無	紫	暗	綠	紅	紅	紅	紅	熱
	綠	綠			綠		棕	棕	棕	棕	時
色	色	色	色	藍	色	色	色	色	色	色	形
無	現	近	無	紫	紅	藍	綠	綠	黃	無	色
	綠	無			棕				棕		冷
	色	色	色	藍	色	色	色	色	色	色	後
					不						形
					透						色
					明						

同	前	還	原	焰	黃	色	紫色含鐵時為棕色
鎊	鑛	養	化	焰	紫	色	
同	前	還	原	焰	暗	綠	藍色含鐵時為棕色
鈾	鑛	養	化	焰	黃	色	黃色綠
同	前	還	原	焰	暗	綠	綠色
鈇	鑛	還	原	焰	綠	色	綠色

(E) 焰色試驗 Flame test

將所考之鑛物研為細粉，結於鉑絲圈或鉑片上，用酒精燈燒之，然後略加鹽酸，再燒之如前，檢驗焰色，即知所含者為何質如左：

(注意) 火焰當未遇鑛質時，必須無色，或用吹管火焰亦可。

焰	色	鑛物所含之質	備考
紫	色	鉀	此色能透藍色玻璃，
黃	色	鈉	雖含甚微，亦能顯現，
深紅	色	錳	其碳酸及硫酸化物皆呈此色，

鮮	紅	色	銹	試電氣石，有此結果，
黃	綠	色	銻	其炭酸硫酸及養化物，皆呈此色，
橘	紅	色	鈣	加以鹽酸燒之更顯，
綠	色	銅 鈦 錳 綠 二 銻 銻	硼酸 磷 酸 銻	若加鹽酸燒則為銅，
淡	綠	色	銻 銻	若係銻色為藍綠，
藍	色	鉛 銻 銅 綠 二 白 銻		若係銻則生烟
淡	藍	色	硫 銻	若係硫則有硫磺味，

(F) 木炭上之試驗 Test on charcoal

將所考之礦物研為細粉，置於木炭上，用吹管火焰燒之，誌其變化如下：

(注意) 木炭應長三寸許，寬一寸許，所用之面宜平，於距一端約半寸許剖凹處以置所考之質。

- 1 若所燒之質，一經燃炙，即行爆裂，則為銻綠及鉀碘等質。
- 2 若燒時立熔化而沉於木炭上，則為鹼屬金類之鹽質，如鉀二硫養四及銻二炭養三等質是。
- 3 若完全燒盡時，則為綠養及淡養化物，如鉀綠養三，及銻淡養三等質是。
- 4 若為不易熔化之白色質，則為鹼土金屬之化合物及銻二養三，砂養二，銻養等質。

5 將上所剩之餘質，加鉛二 淡養三水，再加強熱，即現各氣如左：

綠色——錳養 錫養二 銻二 養三

淡紅色——鎂養

棕色——鎳養

灰色——鈣養 鎳養

藍色——鉛二 養三 鋁二 養三 砂養二

6 若木炭上所剩之質之質為有色者，則為銅 鈷 鎳 銻 鐵 鉻 鉍 等質，可以磁性別之。

7 若木炭上現有鑛衣時，須細察之。

白色——銻 汞

白色並發蒜味——鎰

熱時黃色，冷後變白色，——錳

棕色——鎳(其濃厚之處，略現孔雀色，)

白色似蠶，而與所考質甚相近，——銻

黃色僅成於加強熱時，——鉛 鎳

紅色——銀

淡黃色，冷時變白，加鉍二淡養三變深綠色——錫。

(G) 木炭上加炭酸鈉之試驗 Test on charcoal with Na_2CO_3

將所考之鑛質，研為細粉，取一小份置於木炭上，加炭酸鈉，用吹管火焰熔之，其各變化如左：

- 1 若成透明質或球形，則為石英長石等質。
 - 2 若成金屬渣，則為弗石及鉻鐵鑛滑石等。
 - 3 若於熔化後，殘留不溶化之外殼一層，則為石膏及鈉鋁弗石等。
 - 4 若熔化後，沉於木炭上，則為重晶石，炭酸鈉等質。
 - 5 若成金珠，則為錫石。
 - 6 若用還原火焰，熔後之質，以刀刮於淨銀片上，潤之以水，俟二分鐘後拭去，如留有黑色或黑棕色之痕，則為硫化物之含硫質。
- 若係硫酸化質，則無此反應。

(H) 木炭上加助熔劑及鉀炭酸之試驗 Test on charcoal with addition of fusion mixture and KCN

將所考鑛物，研為細粉，與助熔劑勻和之，置於木炭上，再加少許鉀炭酸粉，用吹管火焰熔之，檢察其結果如左：

(注意) 此試驗宜小心為之，所用助熔劑及鉀炭酸，以少為便。

1 若所得結果，爲金質球。

白色，性軟，富展性，能打薄，並能劃於紙上，木炭上現黃色之外衣，則爲鉛。

白色，性軟，富展性，能打薄，木炭上略現黃色之外衣，則爲錫。

白色，性硬，富展性，能打薄，燦麗可觀，木炭上並無外衣，則爲銀。

白色，性脆，易熔，成鉛灰色球，木炭上現黃色外衣，則爲銻。

白色，性脆，易熔，燒時發白色烟，木炭上現外衣，則爲銻。

黃色，富展性，燒於吹焰，即發異光，則爲金。

2 若成紅色不熔之質，富展性，在空氣中久漸變暗，則爲銅。

3 若爲黑色磁性之金類，則爲鐵鎳鈷等。

4 若熔化後之質，置於淨銀片上，潤之以水，俟二分鐘後，銀片上留有黑色或棕色痕跡，則爲硫化物之含硫質。

5 若爲白色易熔之質濕之，塗黃紙上，現鹼性，則爲鉀鈉鈣銀鎂等質。

(一) 濕試法 *Wet tests*

濕試法者，即將鑛石研爲細粉，化於酸中，或設法之變爲易溶之質，使成液體，加以各種藥料而察其變化之謂也。

(A) 銀汞鉛試法 Tests of silver, mercury, and lead

法將化後之液質，加以鹽酸，如有沉澱，過漏，漏下之液，由(B)試法試之。

所得沉澱，應為銀或汞(一價元質)鉛三價之綠化物，洗後加水煮之，過漏。漏紙上不化之質，應為銀或汞，洗之，加鉍養輕於漏紙上，如成黑色不化之質，則知為汞。

加鉍養輕漏下之液，加硫酸成白色沉澱時，則知為銀。

加水煮後，漏下之液，加硫酸成白色沈澱時，則知為鉛。

(B) 錳汞銅鉛錫鋁鎘錫之試法 Tests of cadmium, mercury, copper, lead, tin, bismuth arsenic and antimony

上法加鹽酸後，漏下之液，含有銅或錳汞(二價元質)鉛錫鎘錫以及其他各金屬質。

法將此液通以硫化輕，過漏，漏下之液，由(C)法試之。

所得沉澱，應為銅或錳汞鉛錫鎘錫等質之硫化物，收積之，洗之，加鉍硫(或鉍養輕液)，加熱過漏。

漏紙上之沉澱，應為銅或錳汞鉛錫等質，洗之，加硝酸煮之，移於瓷鍋，加熱至近乾時，加淡硫酸過漏。

漏紙上沉澱如為黑色，則知為汞，可用原液加銅試之，應有汞鍍於銅上。

附錄一 礦物鑑定法

漏紙上沉澱如係白色，則知爲鉛，加錳醋酸煮之，過濾後，液內加鉻醋鉀，應成黃色之鉻酸鉛。
加淡硫酸漏下之液，應含銅或錳，加錳養輕過濾。

將漏紙上沉澱，洗之，加少許鹽酸化之，再加水，如成白色似奶之質，則爲錳。

漏下之液，含錳或銅，加鉀炭淡及硫化輕，如現黃色沉澱，則知有錳。過濾，漏下之液，加錳養輕，如現藍色，則知有銅。加錳硫(或鈉養輕液)，漏下之液，應含錳或錫錒加濃鹽酸煮之，加水過濾。濾紙上沉澱如係黃色，則知有錳。

濾下之液，移於麥宿氏器 *Marsh's test apparatus* 內試之，如成輕化錒氣質，現黑色痕跡於瓷器上，不爲綠養化鈉所消，則知有錒；如結於錒塊上，用鹽酸化後試之。

(C) 鐵鋁鉻之試法 *Tests of iron aluminium and chromium*

上法通硫化輕後，漏下之液，含鐵或鋁鉻以及其他各金屬質，煮之，加少許硝酸再煮之，然後加以綠化錳及養輕化錳，如有沉澱過濾，濾下之液，見(D)試法。

漏紙上沉澱，係鐵或鋁鉻，洗之乾之，參以蘇打及火硝粉，燒於鉑鍋中，熔之，化後冷之，用水煮之，至沸過濾。

漏紙上沉澱，如係紅棕色，則知爲鐵，究係二臂或三臂，可用原來溶液試之。

漏下之液，若爲黃色，即係含鉻，可分爲二分試之：(一)加綠化錳液，加熱，成白色漿狀沉澱，

則知爲鋁；(二)加醋酸，再加硝酸銀，成紅色沉澱，則知爲鉻。

(D) 鈷、鎳、錳、鋅之試法 Tests of cobalt, nickel, manganese, and zinc

上法加綠化銦及養輕化銦後，漏下之液，含鈷或鎳、錳、鋅以及其他各金屬質，加輕硫化銦過漏，漏下之液，見(E)試法。

漏紙上沉澱，應爲鈷或鎳、錳、鋅等質，洗之加鹽酸及少許硝酸，煮之，加醋酸鈉後，再通過硫化銦，過漏。

漏下之液，加養輕銦及硫輕銦，如先現淡紅色，後變棕色之沉澱，則知爲錳。

於漏紙上沉澱加鹽酸及少許硝酸，煮之至沸，加鈉養輕液過漏，漏下之液，加硫輕銦成白色沉澱，則知爲鋅。

漏紙上沉澱用鹽酸化之，加鉀炭煖煮之，至無炭煖輕味爲止，加綠養化鈉過漏。

漏紙上之沉澱，應爲鎳，洗之重化之，用硫化銦試之。

漏下之液，蒸乾用硼砂珠試之，如得藍形，則知爲鈷。

(E) 銦、鎳、鈣之試法 Tests of barium, strontium and calcium

上法加硫輕化銦漏下之液，應含銦或鎳、鈣及其他更輕之金屬質，加碳酸銦液，加熱過濾，濾下之液，試法見(F)。

將漏紙上之沉澱，收積之，洗之，加醋酸化之，多加鉻酸鉀過漏。

漏紙上沉澱，如係黃色，則知爲鉍。

漏下之液，加淡硫酸煮之過漏。

漏紙上沉澱，應爲錳，化後加硫酸鈣，結白色沉澱，或用火燄試之。

於漏下之液，加養輕銻及草酸銻，成白色沉澱，則知爲鈣。

(F) 鎂鉀鈉銻之試法 Tests of magnesium, potassium, sodium and ammonium

上法加碳酸銻液，漏下之液，分爲二分試之：

(一) 加磷酸輕鈉(鈉二輕磷養四)，成白色結晶，則知爲銻。

(二) 蒸發至乾，冷後以少許水化之，再分爲三分試之：

一、加稟酸輕鈉，成結晶時爲鉀。

二、以浸於鉍絲在無色燈上燒之，現黃色火燄時，則知爲鈉。

三、用原來溶液，加鈉養輕於試筒，加熱發銻氣有味，則知爲銻。

附 錄 二

化 學 元 素 表

附錄二 化學元素表

英名	中名	記號	原子量	原子價	體	色	熔度	沸度
Aluminium	鋁	Al	27.1	3	固	白	658°	
Antimony	銻	Sb	120.2	3,5	固	白	630°	1700°
Argon	氬	A	39.88	1	氣	無	-189.6°	-186°
Arsenic	銻	As	74.96	3,5	固	灰	昇華	450°
Barium	鋇	Ba	137.37	2	固	白	850°	
Beryllium	鈹	Be	9.1	2	固	白	1000° (下)	
Bismuth	鉍	Bi	208.0	5,3	固	灰	271°	1450°
Boron	硼	B	11.0	3	固	無, 褐	2000°-2500°	
Bromine	溴	Br	79.92	1,5	液	褐	-7.3°	63°
Cadmium	鎘	Cd	112.4	2	固	白	320.9°	778°
Caesium	銻	Cs	132.81	1	固	白	26°	270°
Calcium	鈣	Ca	40.07	2	固	白	810°	
Carbon	炭	C	20.0	4	固	黑	4000°	
Cerium	鐳	Ce	140.25	3,4	固	灰		
Chlorine	綠	Cl	35.46	1,5	氣	黃綠	-101.5°	33.6°
Chromium	鉻	Cr	52.0	2,3,6	固	灰白	1520°	
Cobalt	鈷	Co	58.97	2,3	固	白	1478°	

三五九

英名	中名	記號	原子量	原子價	體	色	熔度	沸度
Columbium	鎢	Cb	93.5	3,5	固		1950°	
Copper	銅	Cu	63.57	1,2	固	紅	1083°	2310°
Erbium	鐳	Er	167.7	3	固			
Fluorine	弗	F	19.0	1	氣	黃	-223°	-187°
Gallium	鎔	Ga	69.9	2,3	固	藍白	30°	
Germanium	鉬	Ge	72.5	2,4	固	灰白	900°	
Gold	金	Au	127.2	1,3	固	黃	1062°	
Helium	氦	He	3.99	1	氣	無	-270°	-268.7°
Hydrogen	輕	H	1.008	1	氣	無	-259°	-252.7°
Indium	銦	In	114.8	3	固	白	176°	
Iodine	碘	I	126.92	1,5	固	紫黑	113.5°	184.4°
Iridium	銱	Ir	193.1	3,4	固	灰白	1950°	
Iron	鐵	Fe	55.84	2,3	固	灰白	1530°	
Krypton	隱	Kr	82.92	1	氣	無	-169°	-151.7°
Lanthanum	鐳	La	139.0	3	固	灰白	≈	
Lead	鉛	Pb	207.2	2,4	固	灰白	327°	1450°
Lithium	鋰	Li	6.94	1	固	白	186°	1400° _上
Lutecium	鐳		•0	4				

驗鑛學大意

三六〇

英名	中名	記號	原子量	原子價	體	色	熔度	沸度
Magnesium	鎂	Mg	24.32	2	固	白	651°	920°
Manganese	錳	Mn	54.93	2,3,4	固	灰白	1260°	
Mercury	汞	Hg	200.6	1,2	液	白	-38.7°	357°
Metargon	梅	Me	40.3	1	氣	無		
Molybdenum	鉬	Mo	96.0	2,3,4,6	固	白	2550°	
Neodymium	鏷	Nd	144.3	3	固			
Neon	新	Ne	20.2	1	氣	無		-239°
Nickel	鎳	Ni	58.68	2,3	固	白	1452°	
Niton	氦	Nt	222.4	1	氣	無		-150°
Nitrogen	淡	N	14.01	3,5	氣	無	-210.5°	-195.7°
Osmium	銻	Os	199.9	2,4,6,8	固	藍白	2500° (上)	
Oxygen	養	O	16.0	2	氣	無	-235°	-182.9°
Palladium	鏷	Pd	106.7	2,4	固	白	1550°	
Phosphorus	磷	P	31.04	3,5	固	黃紅	44°	287°
Platinum	鉑	Pt	195.2	2,4	固	白	1755°	
Potassium	鉀	K	39.1	1	固	白	62.3°	667°
Prsaodymium	鐳	Pr	140.9	3	固			
Radium	銻	Ra	226.0	2	固	白	.	

英名	中名	記號	原子量	原子價	體	色	熔度	沸度
Rhodium	鉑	Rh	102.9	3,4	固	白	1070°(上)	
Rubidium	銻	Rb	85.45	1	固	黃白	38°	696°
Ruthenium	鈳	Ru	101.7	2,3,4,8	固	白	2000°(上)	
Samarium	鐳	Sm	150.4	3	固	白		
Scandium	鐳	Sc	44.1	3	固	白		
Selenium	硒	Se	79.2	1,2,4	固	黑,灰,褐	217°	690°
Silicon	矽	Si	28.3	4	固	褐,灰	1420°	
Silver	銀	Ag	107.88	1	固	白	960°	2050°
Sodium	鈉	Na	23.0	1	固	白	97.5°	742°
Strontium	銻	Sr	87.63	2	固	黃白	800°(上)	
Sulphur	硫	S	32.06	1,2,4,6	固	黃	114.5°	444.6°
Tantalum	鉭	Ta	181.5	3,4,5	固	白	2910°	
Tellurium	碲	Te	127.5	2,4,6	固	黃白	450°	1400°
Thallium	鉛	Tl	204.0	1,3	固	灰白	300°	1700°
Thorium	鈾	Th	232.4	4	固	灰	1690°	
Thulium	鈳	Tu	168.5		固			
Tin	錫	Sn	118.7	2,4	固	白	231.9°	1500°
Titanium	鈦	Ti	48.1	4	固	灰	1800-1850°	

驗鍊學大意

三六二

附錄二 化學元素表

英名	中名	記號	原子量	原子價	體 色	熔 度	沸 度
Tungsten	鎢	W	184.0	2,4,6	固 灰黑	3000°	
Uranium	鈾	U	238.2	4,6	固 灰白	1500°	
Vanadium	鈮	V	51.0	2,3,4,5	固 灰白	2000°(下)	
Xenon	奇	Xe	130.2	1	氣 無	-140°	-109°
Ytterbium	鐿	Yb	173.5	3	固 .		
Yttrium	鈦	Yt	88.7	3	固 黑灰		
Zinc	鋅	Zn	65.37	2	固 藍白	419.4°	950°
Zirconium	鈷	Zr	90.6	4	固 黑灰	1300°(上)	

(附記) 此表本英文名詞之第一字母，按英文字母之程序，順次排列而成。

附錄三

化學程式計算表 Table of calculating chemical formula

質名	稱時名稱	稱時程式	需要程式	計算時應乘之數
銻	四養化銻	銻二養四	銻	〇・七八九八八
	同前	同前	銻二硫三	一・一〇五九八
	同前	同前	銻二養三	〇・九四八七八
	三硫化銻	銻二硫三	銻	〇・七一四四一
	同前	同前	銻二硫三	
	同前	同前	銻二養三	〇・八五六九三
銻	銻酸化銻		銻	〇・〇三九八〇
	銻酸化鎂銻	輕二鎂銻養四	銻	〇・三九四九〇
	同前	同前	銻二養五	〇・六〇五二六
	銻酸化銻	輕二銻養三	銻二養三	〇・五二一一二
	三硫化銻	銻二硫三	銻	〇・六〇九五九

附錄三 化學程式計算表

附錄三 化學程式計算表

銀	砒	鉑				鉀					磷	鎳
綠化銀	砒養二	綠化鉑銹	同前	同前	綠化鉑鉀	硫酸化鉀	同前	同前	鉬磷酸化銹	同前	過磷酸化鎂	養化鎳
銀	砒養二	二銹綠鉑綠四	同前	同前	二鉀綠鉑綠四	鉀硫酸四	同前	同前	鉬二一二鉬養三 磷養四六輕二養	同前	鎂二磷二養七	鎳
碘	綠	鉑	鉀	鉀	鉀	鉀	鈣三(磷養四)二	磷二養五	磷	磷二養五	磷	養鎳
同	銀	砒	綠	二養	二養	二養						
前	○・七五二七一	○・四六七二九	○・四三九二六	○・三〇七七一	○・一九三九九	○・一六一〇七	○・五四〇七七	○・〇八一四二	○・〇三七三〇	○・〇一六三〇	○・六三九七七	○・七八五九五
	○・四五九七一										○・二七九五三	

驗鑛學大意

		鋅		鈳	鈳	鎳	鈳	錫	硫	鎳		鈉
同	硫 化	養 化	無 水 鈳 酸	鈳 酸 化 鎳	養 化 鈳	鎳 酸	養 化 鈳	硫 化 錫	養 化 錫	硫 酸 化 鎳	同	硫 酸 化 鈉
前	鋅	鋅	鈳 二 養 五	鎳 鈳 養 四	鈳 三 養 八	鎳 養 三	鈳 養 二	錫	錫	鎳 硫 養 四	同	鈉 二 硫 養 四
前	硫	養	鈳	鈳	鈳	鎳	錫	錫	硫	鎳	前	鈉
鋅	鋅	鋅	鈳	鈳	鈳	鎳	錫	錫	硫		鈉	二
養										養		養
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
• 八 三 四 六 四	• 六 六 九 九 ○	• 八 ○ 二 六 三	• 二 八 一 ○ 一	• 三 ○ 二 八 三	• 八 四 九 三 八	• 七 九 三 五 一	• 六 ○ ○ ○ ○	• 六 四 八 一 七	• 七 八 六 八 ○	• 一 三 七 四 八	• 三 二 四 二 六	• 四 三 六 八 一

附錄四

中外度量衡之比較

(甲) 中國及歐西各國通用度量衡之比較：

(一) 度法 一公尺 Metre，等於三·一二五中尺，又等於三九·三七英寸；

(二) 量法 一公升 Litre，等於〇·九六五七四一中升，又等於一立方公分 Decimetre，又等於一

〇〇〇立方公分 Centimetres 又等於一·七半刻量 Pint；

(三) 衡法 一公分 Gramme，等於二·六八〇八九三三分，又等於一立方公分 cc。水在攝氏表四度時之重，又等於一五·四三二粒重 Grains。

(乙) 歐西各國度量衡之互比：

一大磅(十六兩爲一磅) (lb Avoirdupois) 等於七〇〇〇粒重 Grains。

一大兩(十六兩爲一磅) (Oz Avoirdupois) 等於四七三·五粒重 Grains。

一小磅(十二兩爲一磅) (lb Troy) 等於五七六〇粒重 Grains。

一小兩(十二兩爲一磅) (Oz Troy) 等於四八〇粒重 Grains。

(附記) 小磅小兩甚屬適用，但化學藥料之售出，均係以大磅大兩計算。

附錄四 中外度量衡之比較

- 一 格朗 Gallon 水，等於七〇・〇〇〇粒重 Grains，又等於一〇磅 Pounds ；
- 一 半刻量 Pint 水，等於二〇英兩，或八七五〇粒重 Grains ；
- 一 立方英寸水，等於二五二・四五八粒重 Grains ；
- 一 立方英尺水，等於六二・五磅，又等於一〇〇〇英兩，又等於四三七五〇〇粒重 Grains ；
- 一 公升 Litre 水，等於一五四三二粒重 Grains ；
- 一 英兩水，等於一・七三二九八立方英寸。

(丙)英國度量衡與萬國通用度量衡之互比：

- 一 碼 Yard，等於〇・九一四三七九公尺 Metres ；
- 一 格朗 Gallon，等於四・五四三三八九公升 Litres ；
- 一 立方寸 Cubic inch，等於〇・〇一六八六公升 Litres ；
- 一 粒重 Grain，等於〇・〇六四七九二公分 Grammes ；
- 一 大磅 Pound (avo.) 等於〇・四五三三五四公斤 Kilogrammes ；
- 一 公尺 Metre，等於一・〇九三六三九碼 Yards ；
- 一 公升 Litre，等於〇・二二〇一〇〇格朗 Gallons ；
- 一 公升 Litre，等於六一・〇二八〇二三立方寸 Cubic inch ；

一公分 Gramme, 等於二五・四三二粒重 Grains •
一公斤 Kilogramme, 等於二・二〇四八五七六磅 Pound(Avois) •

博物詞典

王烈彭世芳陳映瓊編
精裝一冊 定價三元

本書凡植物學、動物學、礦物學、生理學各科名詞，無不搜羅完備，解釋詳明，附有中西對照表，檢查極便。

中華百科辭典

舒新城等編

精裝一冊
八元

中國教育辭典

余家菊等編

精裝一冊
七元

中外地名詞典

丁寶璽葛綏成編

精裝一冊
二元五角

數學詞典

倪德基羅祿琦編

精裝一冊
三元

理化詞典

陳英才楊立奎彭世芳
符鼎升陳映瓊王烈編

精裝一冊
一元八角

中華書局發行

新文化叢書

本叢書由國內外學者擔任譯著，出版以來，已風行全國，為搜羅。為中學以上學生及各科專家必備之參考書。

- | | | | |
|----------------|----------|----|------|
| 思維術..... | 劉伯明..... | 一冊 | 七角 |
| 近代西洋哲學史大綱..... | 繆鳳林..... | 一冊 | 三角半 |
| 西洋古代哲學史大綱..... | 繆鳳林..... | 一冊 | 五角半 |
| 唯物史觀解說..... | 李達..... | 一冊 | 四角 |
| 人的生活..... | 李宗棠..... | 一冊 | 四角 |
| 赫克爾一元哲學..... | 馬君武..... | 二冊 | 一元二角 |
| 人生之意義與價值..... | 余家菊..... | 一冊 | 四角 |
| 現代心理學之趨勢..... | 舒新城..... | 一冊 | 七角 |
| 社會主義初步..... | 孫百剛..... | 一冊 | 三角 |
| 社會問題概觀..... | 周佛海..... | 二冊 | 八角 |
| 社會問題總覽..... | 李達..... | 三冊 | 一元二角 |
| 農業政策..... | 馬君武..... | 一冊 | 八角 |
| 工業政策..... | 馬君武..... | 一冊 | 一元 |
| 商業政策..... | 馬君武..... | 一冊 | 各四角 |
| 交通政策..... | 馬君武..... | 一冊 | 五角 |
| 收入及郵政政策..... | 馬君武..... | 一冊 | 八角 |
-
- | | | | |
|---------------|----------|----|------|
| 歐洲政治思想小史..... | 高一涵..... | 一冊 | 五角 |
| 政治理想..... | 劉衡如..... | 一冊 | 三角 |
| 現代世界經濟大勢..... | 耿濟之..... | 一冊 | 六角 |
| 遺產之廢除..... | 潘公展..... | 一冊 | 八角 |
| 科學發達略史..... | 張子高..... | 一冊 | 八角 |
| 遺留文物種原始..... | 馬君武..... | 四冊 | 一元八角 |
| 女性論..... | 馮飛..... | 一冊 | 四角 |
| 統計新論..... | 金佩琴..... | 一冊 | 四角 |
| 遺傳學..... | 余小松..... | 一冊 | 三角 |
| 中國文化小史..... | 富乃尊..... | 一冊 | 六角 |
| 中西文化之關係..... | 鄭壽麟..... | 一冊 | 五角 |
| 蘇俄的婦女..... | 董紹明..... | 一冊 | 九角 |
| 中國思想小史..... | 董紹明..... | 一冊 | 五角 |
| 國際小史..... | 洪盛..... | 一冊 | 二角 |
| 歐洲文化變遷小史..... | 杭森..... | 一冊 | 五角 |
| 小說原理..... | 陳穆如..... | 一冊 | 五角 |
| 社會問題綱要..... | 劉相黎..... | 一冊 | 六角 |

中華書局發行

編 王益

地 學 辭 書

精裝一冊三元半

中 華
出 書
局 版

我國地學辭書，向無專冊，研究地理者，殊鮮參考之善本，而以初學之研究原文者為尤苦。海虞王益匡先生，費數稔之精力，參考東西地學書籍數百種，臚列各書所常見之術語，詳加條解，例證顯明，選材既極嚴密，敘述更能詳盡，既求知識之真，復訂他書之謬，裨益士林，殊非淺鮮。全書廿五萬餘言，語一千三百七十餘條，凡礦物、巖石、天文……等學之術語，有關於地理者，均羅列靡遺；附有二百六十餘圖並彩色圖多種，誠地學界空前之大觀也。

中 外 地 名 詞 典

丁 魯 編 成 綏 葛 精 裝 壹 冊

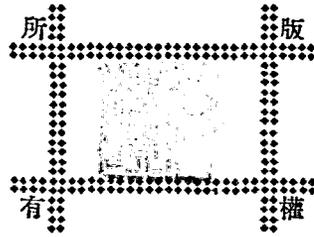
— 二 元 五 角 —

民國二十年十月印刷
民國二十年十月發行

驗鑛學大意(全一冊)

◎ 定價銀二元

(外埠另加郵匯費)



著者 耿步蟾

發行者 中華書局

印刷者 中華書局

印刷所 上海靜安寺路一四八六號 中華書局

總發行所 上海棋盤街 中華書局

分發行所 中華書局

北平 天津 張家口 石家莊 邢台 保定
濟南 青島 太原 開封 鄭州 西安 蘭州
成都 重慶 長沙 常德 衡州 漢口 南昌
九江 安慶 蕪湖 南京 徐州 杭州 溫州
福州 廈門 廣州 汕頭 潮州 梧州 雲南
遼寧 吉林 長春 哈爾濱 香港 新加坡

(六四〇八)



#44

1913

標商冊註

