

書考參學教科然自

法片截及驗測物礦

城若杜 者纂編

泉亞杜 者訂校

行發館書印務商

書考參學教科然自

法片截及驗測物礦

城若杜 者纂編

泉亞杜 者訂校

行發館書印務商

礦物測驗及截片法

凡例

- 一、本書共分十四章，首章討論岩石中礦物隔離之方法，第六章討論岩石之定量分析及此分析之應用，第七章討論截片製作法，其餘諸章概為討論礦物諸般性質之各種試驗法及測驗法。
- 二、凡於尋常礦物學及岩石學教科書中所未及討論者，本書搜羅無遺，其中所舉之諸般方法皆為極明確之標準方法。
- 三、本書之目的，為予學者實地測驗礦物諸般性質之門徑，故與尋常教本之目的全然不同。
- 四、本書之範圍及目的既如上述，則其為實驗者不可省缺之參考用書自不待言。

參考書

H. Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie

凡例

一

礦物測驗及切片法

二

Kloekmann: Lehrbuch der Mineralogie.

Keilhack: Praktische Geologie.

Doelter: Physikalisch-Chemische Mineralogie.

Catalog of Spencer Products.

礦物測驗及截片法目次

第一章 礦物之隔離	一
第一節 通論	一
第二節 依絕對比重之隔離	三
第三節 依比重之隔離	四
第四節 用磁鐵之隔離	一三
第五節 依化學性之隔離	一六
第二章 礦物硬度之測定	二三
第三章 礦物條痕之測定	二七
第四章 礦物比重之測定	三八
第一節 水秤	三八

第二節	比重瓶·····	四〇
第三節	浮游法·····	四一
第四節	量管·····	四五
第五節	罇理氏螺旋秤·····	四六
第六節	斯氏天秤·····	四六
第五章	礦物碎片化學成分之試驗·····	四八
第一節	火焰色之試驗·····	四八
第二節	用鈷液之試驗·····	五二
第三節	附磷鹽或硼砂之試驗·····	五三
第四節	木炭上之試驗·····	五五
第五節	金屬顆粒之試驗·····	五八
第六節	閉管試管·····	五八
第七節	由損失重量之試驗·····	六一

第八節	開管試驗·····	六三
第九節	融度之測驗·····	六四
第十節	用酸類之試驗·····	六六
第十一節	石墨及其他炭質物之試驗·····	六八
第六章	岩石之定量分析及其應用·····	六九
第七章	截片製作法·····	七七
第八章	器械·····	九六
第九章	截片中礦物顆粒之屈折指數之測定·····	一〇三
第十章	普通光線下用顯微鏡的觀察·····	一〇九
第十一章	並行偏光線下之觀察·····	一一五
第十二章	收斂偏光線下之觀察·····	一二五
第十三章	結晶系之測定·····	一三四
第十四章	顯微化學法·····	一三六

礦物測驗及截片法

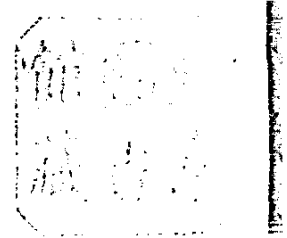
第一章 礦物之隔離

第一節 通論

礦物之成單體產出者，爲數甚少；其大多數係與別種礦物共生，成爲複性岩。在複性岩中，各礦物或密切結合，或互相透生。在此情形下，如欲測驗各礦物之性質，極感不便，或竟不可能，因是在施測驗以前，有將岩石中各礦物先行隔離之必要。隔離方法之最簡單者，爲用錘或釘將供測驗之礦物從岩石中取出，然尋常則須將岩石依其顆粒之粗細，研爲粗粒體或細粒體。研磨時用鋼製或瑪瑙製乳鉢。

岩石研碎後，其顆粒應具有次列諸性質：

一、各顆粒之性質，必須均一；換言之，祇許由一種礦物所成，而不得帶有別種礦物。檢



驗時，可利用廓大鏡或顯微鏡。

二、顆粒之大小，須一律相等，且須不可過於微細，因微細如塵之份子，對於精密的隔離惹起阻礙故也。

三、不經過風化作用。顆粒愈新鮮者愈佳。

在多數隔離法中，塵樣碎末之除去，視為一種必要之手續。為達此目的起見，須將礦物顆粒倒入水中，並使之與水相混和。迨較粗大之份子沈澱後，使浮游在上層之塵樣碎末由傾瀉而除去。此後將沈澱曬燥而後用篩再篩去極微細之碎末，如是可望得一完善之結果。其不經倒入水中之手續而逕用細篩篩去其塵樣碎末者，尋常亦見之。

是處所用之篩係用金屬製成。篩孔呈圓形，其大小為自一耗至○·二耗。如當在顯微鏡下檢視時，察見礦物顆粒中仍帶有別種礦物者，則其全部尚不够微細，而研磨及篩分之工作仍有繼續之必要。就大概而言，岩石中之各個礦物份子，其含雜物愈少者，則其研成極細物之必要亦愈少，因之研後之顆粒愈大，而以後用機械的方法隔離之亦愈易。當鑑別黏土之成分時，先將黏土緩緩和入水中，並任其在水中離解，後復使之在水

中沈澱，以便使其較重而為量較少之暗色成分得與較輕而為量較多之淡色成分相隔離。

如若檢驗之目的，為鑑定泥灰岩、石灰岩或白雲岩之成分，則須先加酸類使岩石溶解，以後再分析其殘留。如若受檢驗者為一種遇水溶解之岩石，則先須濾去其溶液，而以後復分析其殘留。

為使隔離之結果圓滿起見，常須使礦物顆粒經數度之隔離作用。茲舉各種隔離法分別討論之如下：

第二節 依絕對比重之隔離

隔離礦物之方法，其以絕對比重之原理為根據者，分為種種。其中較為單簡者，稱曰洗濯法 (Schlämmethode)。此方法之效用為使含在泥砂中之較重礦物與較輕之泥砂分離，或為從岩石碎末中提取較重之礦物。

在此方法中，先將篩過後之岩石碎末，放在一適中大之瓷盆中，次加水，並緩緩瀉去

浮面之泥土狀微細物。在砂狀剩餘碎末中，加上兩倍大之水，以後握瓷盆左右側盪，使盆內之碎末亦側盪不止。如是凡比重較大之礦物向盆底沈澱。數分鐘後，瓷盆之側盪漸漸和緩，次復瀉去浮面之水，並用手或用紙版片、玻璃棒等，除去上面之砂層，而後對於餘剩之部分再施以同樣之處置，待留下之部分全為體質較重之礦物為止。

有時亦用木槽以代瓷盆。其一端呈銳圓形而一端呈鈍圓形。用時握住槽之中段，加水至一半滿為止，次倒入受檢驗之砂狀粉碎物（至在水中浮游之粉末狀物已預先在水中和水瀉去），其量適足在槽底上成一薄層。後由左右側盪，使槽中之水一時向鈍圓端，而一時向銳圓端流動，向鈍圓端之流動務須使之滯緩，而向銳圓端之流動由右手撞槽之尖端務須使之激急。如是往返十餘次後，凡在碎末中最重之部分便富集於槽之一端之砂層上，而可用羽毛拭下。此方法最適於由岩石碎末中迅速分出比重較大之礦物。

第三節 依比重之隔離

此方法係以一個普遍性為根據，即凡物體能在同比重之液體中隨處停留，在比重

較大之液體中浮游，而在比重較小之液體中沈澱。觀此則液體除用隔離礦物外更爲一種定礦物比重之標準。

至此種液體種數繁多，然皆可總括爲重溶液 (Schwere Lösungen) 與重熔融體 (Schwere Schmelzen)。在尋常溫度時，重溶液皆爲液體，而重熔融體概爲固體，但由加熱亦可使之變爲液體。

(一) 重溶液

其中常用之數種作表示之如下：

名	稱	化	學	成	分	可能的最高比重
三溴甲烷 (Bromoforn)		CHBr ₃				二·九〇
四溴乙烷 (Azetylentetrbromid)		CHBr ₂ —CHBr ₂				三·〇〇
二碘化鉀銻溶液 (Kaliumquecksilberjodidlösung)	約	HgI ₂ ·2KI				三·二〇
二碘甲烷 (Methylenjodid)		CH ₂ I ₂				三·三二
碲鉍酸鉍溶液 (Borwolframsaures Kadmium)		2H ₂ O·2CdO·B ₂ O ₃ ·9WO ₃ +16H ₂ O				三·三六
碘化鉍銻溶液 (Bariumquecksilberjodidlösung)		10BaI ₂ ·12HgI ₂				三·五九

一、三溴甲烷 此溶液之用途為隔離岩石中常以巨量產出之較輕成分，如石英、長石及碳酸鹽類。其價低廉，故為用頗廣。比重為二·八至二·九。無色，性耐久，然受日光之作用，則有溴分出，而色亦因此變褐。可用輪質稀釋。

利：價廉。流動性強。透明。對於礦物不起作用。
弊：比重低。

二、四溴乙烷 此物係由導乙烷於過冷之溴中而製出。繆夫孟氏 (Muthmann) 以五百克重之溴平均分置於四個每個容量為四分之一的燒瓶中。為防溴失散起見，燒瓶且須用冰圍之。次導乙烷於瓶中至溴之褐色消失為止。如是延至七小時至八小時。後用水及抱硫硫酸鈉溶液 (Natriumthiosulfatlösung) 洗之（為除去遊離之溴；此物即使存在，為量必少），再使其溶解於醇精中，然後用熔融氯化鈣以收溼。迨醇精蒸餾後，復使餘剩之流質在真空器中經一度之蒸餾（在三·六厘壓力下沸點為一三七度）。可用醇精、或輪質稀釋。色無。極耐久。流動性強。

利弊與三溴甲烷同。在日光下不易感受變化，但揮發極易。用醇精稀釋時，其醇精可

由揮發而散失，但其最末後之一部分則不容易散失。

三、碘化鉀銻溶液 此溶液係杜拉氏 (Draugh) 所紹介爲碘化鉀與碘化銻 (呈紅色之一種) 以一與一·二四之比在水中混合而成。後使此溶液在蒸發盆中蒸發至電氣石或螢石結晶開始在是中浮游爲止。碘化鉀務須稍稍過量 (蒸發時其大部分由溶液析出)，蓋如此不但無損且極有益也。此溶液迨濾淨後，成爲一種透明之黃綠色物。其冷卻後之密度可達三·一九以至三·二，但復可用水稀釋而以後再蒸發之，使其達原來之密度。若在溶液中碘化鉀對於碘化銻之量，爲大於四與五之比，則碘化鉀先成六面體而析出；反之，若碘化銻對於碘化鉀之量爲大於五與四之比，則碘化銻先成黃色含水針狀體而析出。此溶液日久呈分解之傾向而析出碘分。其時溶液由黃綠色而改呈紅褐色。爲防分解起見，可於以後蒸發時加入自然水銀。

本溶液之稀釋以用熱水或用曾經強度稀釋者之同溶液爲宜，且同時務須用韋氏水秤或指示計 (見本章第四節) 以測計其密度。

利：容易製出。稀釋及蒸濃易。透明。

弊：具毒性及稀釋時具收溼性。遇鐵質岩之碎粒有分解而析出錒之傾向。又各種曾經分解者之礦物有使其分解並搜取其鉀分之作用。

四、二碘甲烷溶液 此溶液為百老翁氏 (R. Brauns) 所紹介。在攝氏一六度時，其比重為三・三二四三，但其比重隨溫度變易極大，平均每一度變易〇・〇〇二二，是以在凝固點（五度）時，比重為三・三四八五而在二五度時僅為三・三〇四五。其色鮮黃。具強折光性。

本溶液係以醇精或輪質稀釋。其蒸濃方法，送空氣流於溶液面上，其時輪質（或醇精）揮發，但同時亦帶去溶液本身之一部分。其因經日光作用而發生之變褐現象（由於碘之析出）可由用苛性鉀溶液搖盪，並復用水洗之而移去。嗣後任溶液冰凍（在五度下）。其未經冰凍之暗褐色殘留，以後可倒去，迨融解後，此凝固之塊體復呈原有之鮮明色。

利：純粹時概無色，流動性強，故可用以分離極細之碎末。碎末上之溶液以後易用輪質洗去之。不為金屬及碳酸鹽類所分解。

弊：其稀釋不能用水。感受日光及熱之影響。價格較諸其他溶液為昂貴。

五、硼錳酸鎔溶液 此溶液係為庫蘭氏 (D. Klein) 所發明，含水其成分為 $2\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{WO}_3 + 16\text{H}_2\text{O}$ 。此溶液如杜拉氏溶液然，能用水稀釋，而後可蒸濃之，使達最高之比重。如鐵、鋅、鉛及碳酸鹽類，皆有使溶液分解之作用，故在加本溶液以前，須先加酸類於礦物碎末，或用其他方法，使碎末中之金屬及碳酸鹽類得先與礦物分離如溶液因受還原作用而起顏色變暗之現象，則可由滴入過氧化氫數滴使其回復原狀。

利：比重大，不具毒性（故與杜拉氏溶液不同）；蒸濃易。
弊：遇鐵、鋅、鉛及碳酸鹽類分解。流動性弱（油狀）。

六、碘化銀銻溶液 此溶液係洛柏格氏 (Polibach) 所紹介，故有洛柏格氏溶液之稱。其製法乃以百份碘化銀與一三〇份碘化銻相混合，並使之溶解於二〇份之水中。次將溶液一并裝在玻璃瓶中並置在油鍋上煮沸。之後將溶液倒在瓷盆中，並將瓷瓶置在水鍋上，蒸發至綠簾石結晶能在溶液面上浮游為止。冷卻時有帶黃色之雙鹽析出，其餘剩溶液之比重以後因溶液蒸發而復行加增，以致黃玉結晶亦能浮游於其面上。此溶液有

分解濾紙之作用，故以後下面沈澱物與溶液之分離，不應由濾隔而致，但須將溶液部分緩緩傾瀉於別器中。

利：比重大。製造簡單。遇碳酸鹽類不分解。

弊：不適用水稀釋（防有紅色碘化銻析出），但須用與該溶液同樣之較弱溶液。如用本溶液以隔離岩石碎末，則後者不宜著水，但當先用碘化鉀溶液以沖洗之。又經分解之長石、黏土、泡沸石等對於本溶液有吸收其一部分成分之作用（如杜拉氏溶液）職是之故，本溶液祇能於有數種情形下應用。

據各溶液之利弊觀之，尋常以用三溴甲烷或四溴乙烷或二碘甲烷為最妥當。至杜拉氏溶液以其價格極昂，非在必要時概不用之。

（二）重熔融體

應用重熔融體以隔離岩石成分之方法，係出於萊開氏 (Retgers) 及潘費氏 (Penfield) 之意見，而為該兩氏所提倡者。為隔離較重之礦物起見，多應用次列熔融體。

名	稱	對	點	比	重
碘化錫與溴化砷		—			三·七三
硝酸銀		一九八度			四·一
硝酸第一銻		七〇度			四·三
硝酸銻		二〇五度			五·三
硝酸銻銀		—			
成一與一之比時		七五度			四·五
成三與四之比時		—			四·六八
成一與四之比時		—			四·八五
硝酸第二銻銻 ($(NO_3)_4Hg_2I$)		一一〇度			五·〇
硝酸第一銻銻 ($(NO_3)_2Hg_2I$)		七六度			五·三
碘化銀與硝酸銀		—			五·〇
氯化鉛及氯化銻	氯化銻 氯化鉛	二·四度 五·〇度			最大時 五·〇

此外供隔離礦物用之物質為數尚多，如硼錳酸錫亦其一種。然此物熔融後，不易流動，故祇適隔離粗粒體之用。

一、熔融體中用途最廣者，為萊開氏之硝酸銀 ($AgNO_3$)。其融點為一九八度。稀釋時

用硝酸鉀或硝酸鈉 (KNO_3 , NaNO_3)。

二、硝酸鉛銀以融點較別種鹽類為低故，常惹起極良好之結果。此雙鹽 $\text{N}_2\text{O}_6\text{Ag}_2\text{Pb}$ 之配製方法，將等價量之鉛及銀溶解於硝酸中。此熔融體在七六度時呈揮發性。稀釋時加水，但因加水，其融點可降至六〇度以至五〇度。蒸濃時係置在水鍋上攪動至達適當之比重時為止（用比重指示計測計之）。此熔融體完全不現色，且透明。加熱至極高溫時分解。其比重係隨其所含兩鹽類之比例而變。

本熔融體經日光長時間之作用，其表面發生暗色之銀膜，而此可由加硝酸數滴以移去之。其弊在因遇硫化物時，分解而析出金屬銀。又對於各種硅酸鹽（尤其是泡沸石羣礦物）本熔融體亦起作用。

三、硝酸第一銻鉛 ($\text{N}_2\text{O}_6\text{Pb}_2\text{Bi}$) 可代硝酸鉛銀，以供隔離金屬硫化物（黃鐵礦、黃銅礦等）。稀釋時用水。

四、氯化鉛（熔融後比重為五）與氯化鋅（熔融後比重為二·四）成種種比例混合時，能惹起種種比重不同之熔融體。其融點係在四〇〇度，故必須置在砂盤上加熱，以使

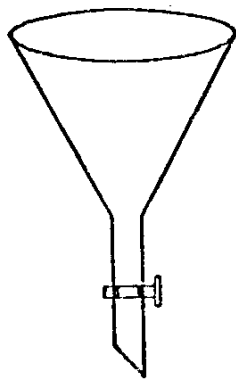
其熔融。本熔融體極少流動性，故祇適隔離粗顆礦物之用。

(二) 供隔離用之器械

凡供隔離用之器械為數極多。茲舉其主要者分別述之如下：

一、玻璃杯 此為一極簡單之器皿。在此器皿中，由玻璃棒之攪動，使倒下之礦物顆粒與溶液相混合。凡浮游在溶液中之較輕礦物之顆粒可傾杯使之瀉去，以與在杯底沈澱之較重礦物之顆粒相分離，但所難免者，則為在玻璃杯之壁上仍復留有較輕礦物之顆粒，而此種顆粒以後有與較重礦物顆粒混合之慮。

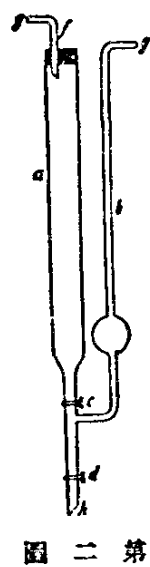
二、隔離漏斗 一種極簡單而頗適於供隔離巨量物質用者之器械，為魏氏 (Weyhe) 之隔離漏斗 (Scheidetrichter 圖一)。其管帶活塞而活塞開，時塞孔之大小係與管徑一致。用時先將重液倒在漏斗中至漏斗半滿為止，次和入碎末並以玻璃棒攪動。迨碎末之較重一部分沈澱後，將活塞扭開，而如是使上面較重之物質流入接在下面器皿中。



第一圖

三、杜拉氏器 在 a 管中(圖二)倒入六〇厘之重溶液(其時活塞 c 及 d 皆關閉)

而後復和入一克至二克重之碎末。在加入玻管中以前，此碎末須先用水煮沸以除去包在顆粒周圍之較密之氣層。此後將 a 管之口端以帶孔橡皮拴塞閉，並



將 c 塞扭開。同時從 b 管送入氣流，使其通過 a 管內之溶液，而由是使溶液與碎末為密切之混合。當氣流從 c 點送入時，a 管中之重溶液不致侵入 b 管。迨 c 扭閉後，凡比重較溶液為大之碎末即向下沈澱，而聚積於 a 管下方較狹之部分。茲再將 c 扭開，而任此較重之碎末落下，並聚積在 c 與 b 之間，其時溶液之一部分侵入 b 管。迨 a 管狹處之碎末全部通過 c 後，即將 c 扭閉，將末端 h 浸在下面一盛水玻杯之水面下，並將 d 扭開，以任碎末落下。為洗 b 管及 c 與 d 間之一部分之玻管起見，可在 b 管之 g 端用口吸上杯中之水，而後任其回下，如是上下數次後，本在玻管壁上黏附之碎末無不全部為水帶下。後將杯中浮面之水瀉去，並用水沖洗碎末，終則復任其乾燥。此後若略許加水於 a 管中，不難將較輕之碎末照上述之方法依次分離。

此儀器極易破碎，而 c 與 d 兩活塞之使用又須特別留意。一方面 c 上 a 管較狹之部分頗易充塞。為減少此等不便起見，歐倍克氏

(K. Obbeke) 將杜拉氏之儀器加以修改而使其呈如第三圖之形狀。其中碎屑與重溶液亦用氣流

攪動，但從 r 管吹入。迨碎末放出後，兩活塞間玻管之淨洗，係藉從彎管 b 沖出之水流。

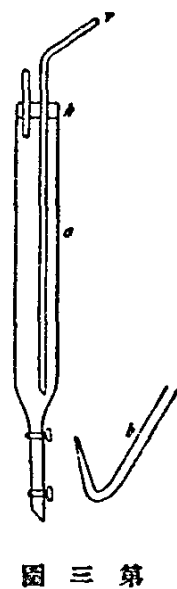


圖 三 第

四、哈拉大氏器 此器(圖四)較杜氏器耐用而穩妥。其主要部分為一呈尖圓形之長玻瓶，上端能關閉。在下端狹長之部分具有一活塞。碎末及重溶液係從上口倒入，並由

搖盪使其密切混合。迨較重之碎末在器下方沈積而於其上方發生一清晰溶液柱後，即將儀器之下端放在一玻杯內並將活塞扭開。

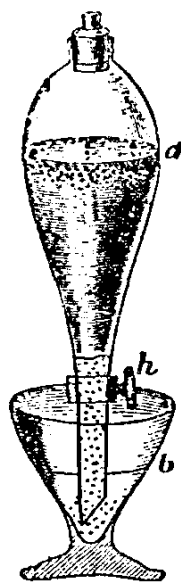


圖 四 第

其時重液即從下端流出並浸沒之，至瓶內之氣壓減至不能再使液體流下為止。嗣後繼液體而流出者為沈積在下端之礦物碎末。迨碎末全部流出後，即將活塞扭閉。在碎末上加水，使成薄層，而後將瓶緩緩提起至下端停

留在水層中。水於是沿管上昇至達活塞爲止，而管如是爲之洗濯。以後如欲稀釋瓶中之溶液，則可由瓶之上口加水於瓶中。

用此器之缺點爲從下方口端流出之較重碎末亦機械的挾住較輕者而流出；反之，在上面浮游之部分亦挾住較重之碎末而不任其沈澱。

五、勃洛開氏器 爲免除此種缺點起見，

勃洛開氏 (Bröcker) 將哈氏器改換如第五圖。其與哈氏器之差別乃在器之中點帶有一大活塞，活塞孔之大小與在該點之管徑一致。當A塞扭開時，此器與哈氏器完全相同，而當扭閉時，則因分離爲上下兩部分致與哈氏器發生差別。此分隔之兩部分便於碎末反覆之

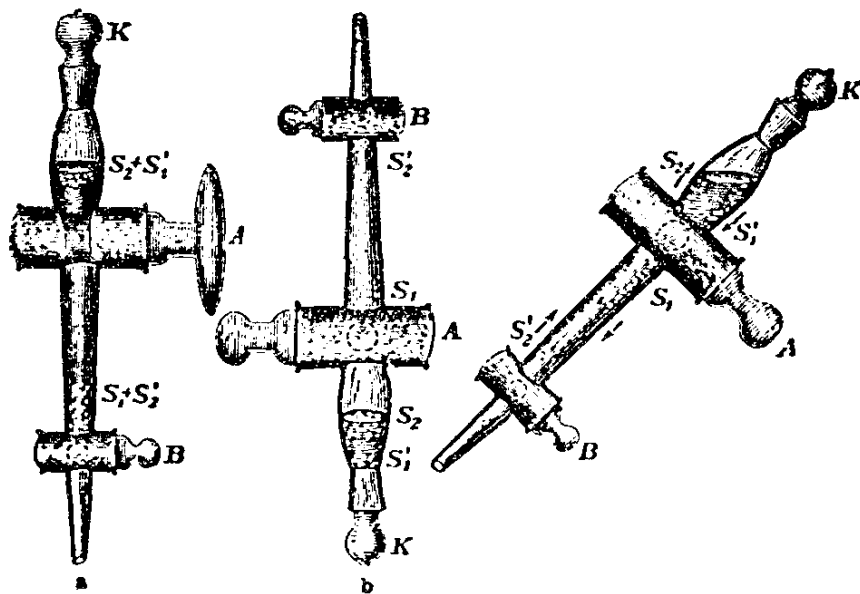


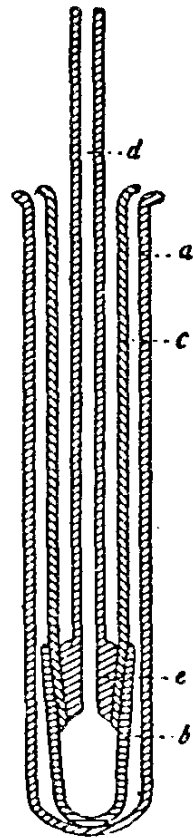
圖 五 第

分離。圖五 a 示重液與碎末混合後較重碎末與較輕碎末初次分離時之情形。此時 A 塞開，B 塞閉。在 B 塞之上見有較重之碎末 S_1 挾較輕之碎末 S_2 沈澱，而較輕碎末之大部分則浮游於液體之上層，但其中亦機械的挾有較重碎末之一部分。次將 A 塞扭閉，將器倒置如 b 圖，並搖盪之而後復任其靜止。經此一番手續後，較重之碎末 S_1 較輕之碎末 S_2 及重液分別占如 b 所示之位置。此時較重礦物 S_1 之大部分沈積在 A 塞上，其較小部分 S'_1 沈積在倒置器之下方；反之，較輕礦物之大部分浮游在 A 塞之下，而浮游在 B 塞下者僅其一小部分 S_2 已耳。

茲將此器緩緩倒轉，使其占如圖 C 之位置。當倒轉時，其中四分隔部分之物質依矢尖所示之方向變動其位置。以後若將 A 塞扭開，則物質 S'_1 從上格向下格沈降，而在是處與 S_2 相混合；反之， S'_2 部分之物質則向上格上昇，而在是處與 S_1 相混合。此後再將 A 扭閉，將瓶搖盪，並再施以如前之處置。如是者數次，至在器之一邊不再有物質沈降而在其他一邊不再有物質上昇爲止。

六、潘費爾氏器 此器（圖六）應用重熔融體以隔離輕重不等之礦物碎末。其中一

厚玻璃管 a 係置在水鍋中。水鍋係為一帶蓋之玻璃杯。蓋中帶孔以容 a 管。在 a 管中，含有一小玻璃杯 b。此杯係與一玻璃套管 c 相連接。



圖六第

重熔融體及應隔離之碎末即由此套管加入。次將全部 (a、b、c) 放在水鍋上加熱。此時熔融後之物質必向 c 管上昇，而較輕之礦物碎末必隨之而浮起；反之，較重之物質則沈在 b 杯之底部。迨分離完全後，即插入一帶圓錐狀頭之玻璃管。此圓錐體充塞 c 管之狹窄處，而如是將較輕碎末及較重碎末之兩部分完全隔離。此後任其冷卻。迨冷卻後將 c 管及 d 管取出。後使各部中 (b 或 c 及 d) 之重熔融體分別融解，並與碎末一并倒在水中。水中之碎末迨取出後，即用水沖洗，並將洗下之水蒸發。而如是復得重熔融體。

(四) 液體比重之測定

在用溶液體以隔離礦物碎末以前。吾人對於礦物碎末之性質須為一度之研究；申言之，吾人當由截片或碎末之肉眼的或顯微鏡的研究至少須預先明瞭何種礦物係在

被隔離之列，其大略的比重爲何及其依何順序而離隔者。爲達完善之結果起見，一方面更須預備一種比重一定之液體。

測比重之方法，其最簡單者，爲用一種比重指示計。此計係由一羣豆樣大小之礦物所成，其比重各各不同。哥德士密特 (Goldschmidt) 及斯德爾納 (Stelzner) 各創製一比重指示計。茲分別列之如次：

哥德士密氏比重計

順序	名	比	重	順序	名	比	重
1	硫磺	二·〇七〇		9	冰長石	二·五七〇	
2	玉滴石	二·一六〇		10	脂光長石	二·六一七	
3	蛋白石	二·二二二		11	石英	二·六五〇	
4	曹達沸石	二·二四六		12	灰曹長石	二·六八九	
5	松脂石	二·二八四		13	方解石	二·七一五	
6	黑曜石	二·三六二		14	白雲石產 Muhwinkel	二·七三三	
7	眞珠石	二·三九七		15	白雲石產 Patria	二·八六八	
8	白榴石	二·四六五		16	葡萄石	二·九一六	

礦物測驗及截片法

斯德爾納氏比重計

18	磷起石	三・〇〇〇	19	紅柱石	三・一二五
17	霞石	二・九三三	20	磷灰石	三・一八〇
1	玉滴石	二・一七三	14	灰曹長石	二・六九九
2	蛋白石	二・二一二	15	綠柱石	二・七二九
3	曹達沸石	二・二五〇	16	地斯岩 Dysynthite	二・七八八
4	松脂石	二・二八四	17	白雲石	二・八六八
5	銀星石	二・三二〇	18	葡萄石	二・九一二
6	黑曜石	二・三六七	19	霞石	二・九三三
7	葉長石	二・三九四	20	電氣石	三・〇四〇
8	白榴石	二・四八七	21	紅柱石	三・一五四
9	正長石	二・五六五	22	普通角閃石	三・二〇九
10	磁石	二・五八六	23	透輝石	三・二五〇
11	耐光長石	二・六〇九	24	斧石	三・二九〇
12	曹灰長石	二・六三九	25	橄欖石	三・三四八
13	灰柱石	二・六六九			

註……同一礦物常因產地不同，致在比重上發生差別。上列二表中同一礦物之所以有不同比重者即以此故。

如欲得一比重與比重計中某一階級完全相當之溶液，將表示此階級之指示礦物投入一比重較大之溶液中，並滴入水或其他一供稀釋用之溶液至指示礦物能在液體中隨處停留，不降不昇爲止。如若所欲得者之溶液，其比重係在兩個階級之間，則將表示此兩階級之指示礦物一并投入在溶液中，並稀釋溶液至較重之礦物緩緩沈降而較輕之礦物緩緩上昇爲止。

盛溶液器皿之溫度，在測定溶液之比重及用溶液以隔離礦物之兩時期間，不應發生變化，以其比重亦隨溫度而變化故也。爲防其受熱起見，試驗者不宜用手直接掌握器皿。

約善氏 (Johsen) 及姆開氏 (Mügge) 倡導用比重各各不同之玻璃以代礦物在德國某店舖中(名 Schott & Gen.) 製出上列玻璃比重計：

此計中兩號數間之比重之差別似欠均勻，且有時相差極大，然其中之缺陷並非不

號碼	比重	號碼	比重
0.154	3.15	0.138	2.69
0.364	3.01	0.331	
0.846	2.98	0.546	2.59
0.726	2.88	0.144	2.48
0.164	2.78		

可製出相當階級以彌補之。是種示比重之玻璃最好呈六面體形（各稜之長為四耗）。為便於在溶液中視見起見，其表面塗有石墨。其一面磨光，而在面上刻有該玻璃體比重之數。

華夫氏 (J. E. Wolfe) 由融熔不等量之水銀於細小玻璃管中亦製出一種單簡之比重指示計，管之下端可熔入細白金絲，以便從液體取出玻璃管。

如若手中無相當之比重指示計，則可用由摩氏所創製而後為魏氏 (Westphal) 所改良之天秤以代之（圖七）。此秤帶有一種支在 m 點上之橫桿 n ，桿之左端呈尖形而係指在分度之上。當橫桿水平時，此尖端應指分度上之零點（否則由使用足盤上之螺釘 d 以糾正之）。桿上從支點 m 以至 h 點分為十部分。在 h 鈞上懸有帶測溫計（自一二度以至三〇度）之直管 l 。此秤附有活動秤錘，此錘係加在 h 鈞上以維持橫桿之水平狀態，如加整數法碼後，尚不能使橫桿呈水平之狀態時，則須另懸活動秤錘於橫桿上。其重係在橫桿上指出之。設當橫桿水平時，在鈞上懸有兩個活動秤錘，在桿上第八

分部處懸有定第一位小數之秤錘，而在第四分部與第五分部之中間，懸有定第二位小數之秤錘，此時則溶液之比重當為二·八四五。

第四節 用磁鐵之隔離

一、用普通磁鐵 爲隔離富磁性之礦物起見，用一張細而潮溼之紙，張在有脚之木架上，次將欲離隔之礦物撒在紙上，並移動磁鐵於其下，如是能將富磁性之礦物引在一邊。如在富磁性之礦物中，迨引在一邊後，仍恐其夾帶非磁性礦物，則對於此部分之礦物碎末，再須施以同樣之處置，而後用刷子將磁性礦物拂下。凡磁性礦物其碎末愈細者，則夾帶非磁性礦物亦愈易，因之往往有用同樣方法數次處理之必要。

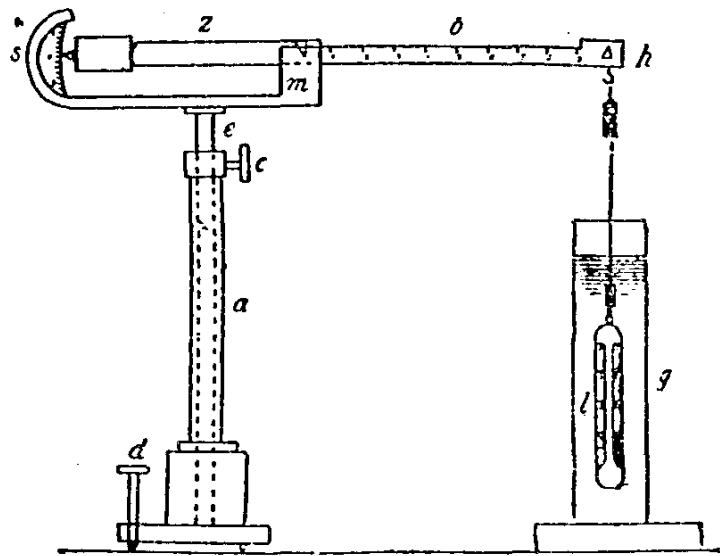


圖 七 第

二、用電磁鐵 爲隔離含鐵質礦物與不含鐵質礦物起見，常應用電磁鐵。如若通強度不等之電流於電磁鐵中，則惹起不等強之電磁性，而如是不但可隔離磁性礦物與非磁性礦物，且可使極富鐵質之礦物與少鐵質之礦物亦爲同樣之分離。

多爾德氏 (Dörlter) 由實驗而創製一種示磁性强弱之計。其中在前列之諸礦物比較在後列者對於電磁石惹起較強之攝引力。茲將計中之礦物依次列之如下：

- 一、磁鐵礦
- 二、赤鐵礦、鑄鐵礦
- 三、鉻鐵礦、菱鐵礦、鐵鋁石榴石
- 四、硅灰鐵礦、灰鐵輝石、菱鐵灰礦、褐鐵礦
- 五、富鐵質之普通輝石、鐵尖晶石、曹達角閃石
- 六、普通角閃石、淡色普通輝石、綠簾石、紅榴石
- 七、電氣石、古銅輝石、維蘇威石
- 八、十字石、陽起石

九、橄欖石、黃鐵礦、黃銅礦、藍鐵礦、綠礬

十、黝銅礦、斑銅礦、閃鋅礦、黑雲母、綠泥石、金紅石

十一、藍方石、透輝石、白雲母

十二、霞石、石榴石、白雲石

爲變換電磁石之強弱起見，魯桑浦書氏 (Rosenbusch) 紹介次列

方法：用馬蹄形電磁鐵一塊懸之於一木架上，而於磁鐵之每極 (a 及

b) 旋上活動軟鐵板各一塊，在鐵板之內端，帶有呈楔形之鐵板 (圖

八) 此兩楔形鐵板愈接近時，磁性作用亦愈強；反之，愈離遠時，愈弱。迨

鐵板旋至離一定距離時，即在電磁鐵上通電，此時楔之切口不啻變爲

磁極。茲若將須隔離之礦物碎末 (置在紙上或凹玻片中) 放在楔口近

旁，或使之與楔口相接觸，則具磁性之碎末爲之攝引而附著於楔口。

此後若將電流關斷，則此部分碎末可使之落在另一紙上或凹玻片中。如是若將電流反

覆開閉，可使其磁性碎末之全部完全與非磁性碎末相隔離。又若變換電流之強弱或楔

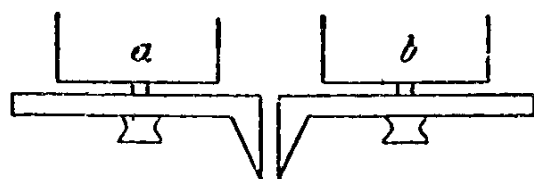


圖 八 第

間之距離可使富磁性者與非富磁性者相離隔。司開關用之開關器概爲一水銀開關器。又其中所用之電池爲一鉻酸電池。

第五節 依化學性之隔離

爲隔離礦物顆粒起見，常有採用化學方法之必要，在此法中概用一適當試劑。然在用試劑處理以前，對於礦物顆粒之化學性及其對於試劑之反應，須有一種真確之觀察及揣想，並根據觀察之所得，決定適當之試劑及進行之計畫，故在本方法中，試者之經驗有極重要之價值。

今將礦物對於種種試劑之反應分別討論之如下：

(一) 礦物對於各種溶解劑之性質

次列之事實當應用各種溶解劑以隔離礦物時宜注意之。

一、礦物對於水之性質 遇水容易溶解者有光礪石、滲晶石（此二者在空氣中即有液化之傾向）又岩鹽、鉀石鹽、礪砂、曹達、硝石、綠礬、明礬及其他礬類礦物、舍利鹽、礪砂、

天然硼酸等；不易溶解者有硬石膏、石膏、硫酸苦土礦；分解並一部分溶解者有石灰、芒硝
(SO_4Na_2)，容易溶解而留下 SO_4Ca 。

二、礦物對於鹽酸之性質 遇鹽酸溶解，但不發散氣體，且不遺下殘留者，有赤鐵礦、褐鐵礦、磁鐵礦之一部分、錒華、氯化銅礦、磷酸鹽類（例如磷灰石）及方硼礦；溶解而不發散氣體，但遺下殘留者，有硅酸鹽類，其硅分或作膠質狀（霞石、方曹達石羣礦物之一部分、硅灰石、異極礦、方沸石、黝長石、黃長石、橄欖石羣礦物、蛇紋石、曹達沸石、灰十字石等）或作粉末狀而析出（白榴石、灰柱石、魚眼石、灰長石、蛇紋石、葡萄石、斜方沸石等）；溶解而發散氣體者，有碳酸鹽類，溶解時且有 CO_2 放出；遇冷鹽酸即能溶解者，有方解石、霞石、毒重石、炭酸錒礦等；須在熱鹽酸中始能溶解者，有白雲母、菱苦土礦等及硫化物（閃鋅礦、輝錒礦、磁硫鐵礦，放散 H_2S 並析出 S），又有氧化錳、赤鉛礦（皆放散 CO_2 ）及自然金屬（如鐵、銅等，皆放散 H_2 ）。

三、礦物對於硝酸之性質 重金屬及其化合物遇硝酸時發生特殊之作用，其一部分成硝酸鹽而溶解，其他一部分（如硫磺）沈澱，並有氧化氮 NO 放出，此氣體在空氣中

氧化而成 H_2O 。許多礦物（如自然金、自然鉑、辰砂）在鹽酸或硝酸中雖不溶解，但在此兩酸之混合酸（王水）中則溶解。

四、礦物對於硫酸之性質 在強而熱之硫酸中，許多礦物溶解（硬石膏、重晶石、硫酸鉛礦），其他分解並放出氣體（從氯化物如岩鹽放出 H_2 ；從氟化物如螢石、冰晶石、雲母、黃玉等放出 H_2 ；從硝石放出 H_2O ；從過氧化物放出 O ；從碳酸鹽放出 CO_2 ）。

五、礦物對於苛性碳酸鉀之性質 凡礦物如蛋白石（石英一部分溶解）、石髓、磷石英、硫酸、雄黃、高嶺土（白色沈澱）在苛性碳酸鉀之水溶液中皆能溶解。

六、礦物對於亞摩尼亞之性質 凡礦物如氯化銅礦及銅之硫酸鹽、碳酸鹽及磷酸鹽，遇亞摩尼亞時皆溶解，並發生青色溶液。

許多礦物加熱或熔融後能為酸類所侵蝕，其他則反因是而變為不能溶解。

（二）碳酸鹽類之抽出

試驗者視所欲抽出之碳酸鹽之性質，應用強弱或冷熱不等之鹽酸。如欲使碳酸鹽與硅酸鹽相分離，則須用由下列方法製出之鹽酸：先使鹽酸銀熔液與稀薄硫酸相混合。

迨硫酸鉍析出後，留下一澄清液體鹽酸，此酸以後供隔離硅酸鹽與碳酸鹽之用。

(三) 用強氟酸以分解某種硅酸鹽或隔離某種礦物之處理

氟酸單獨或與鹽酸混合時，對於少硅酸礦物之作用不若對於富硅酸礦物之強。礦物之不被此種酸類侵蝕者，有銳鍍礦、紅柱石、斧石、綠柱石、鉻鐵礦、水鋁石、藍晶石、黃鐵礦、螢石、石墨、炭質物、金剛石、鈣鍍石、金紅石、硅線石、尖晶石羣礦物、脆雲母、十字石、黃玉、電氣石、錫石、鋳石；其難被侵蝕者，有石榴石羣礦物、石雲母羣、普通角閃石羣及輝石羣礦物，又榭石磁硫鐵礦及赤鐵礦（據柴林斯克氏 (Zalinski) 所稱，磁鐵礦及鍍鐵礦須七〇小時始能完全分解）；其易被侵蝕者，有白榴石、長石（斜長石較正長石為易）、方曹達石羣礦物、玻質物等。

至顆粒大小之選擇係視研究之目的而異；如研究之目的係在區別石基中之礦物，則應選取較細之顆粒，而若在區別晶類，則應選取較大之顆粒。細碎之顆粒用強氟酸處理時，其中凡易溶解之礦物，不難於一個短時間內與難溶解或不溶解之顆粒相分離。在用杜拉氏溶液以隔離礦物時往往頗難應付之玻質物，如加氟酸處理之，不難於數秒

中內使其完全分解。如若在礦物上附有膠質狀硅酸者，則可加苛性炭酸鉀溶液或炭酸鈉溶液使之完全溶解。

除鈣長石外，其他長石對於氟酸之分解作用皆抵抗甚力。如欲使鈣長石完全分解，則非經長時間之作用並同時加熱不可。礦物之不被氟酸分解者，有輝石、角閃石、橄欖石、黑雲母及磁鐵礦，及其他在氟酸中不溶解之礦物，有時石英或其一部分亦留下而不分解。

據達尼爾氏 (M. Daniel) 所稱，氟酸對於石英粉末之作用不若對於非晶質硅酸（如蛋白石）之強，此性質可供從石英中隔離蛋白石之用。

(四) 用氟硅酸以分解各種硅酸鹽並由是而使之與石英相隔離

純粹氟硅酸對於石英不起任何作用，石英尋常因感硅酸鹽分解後之物質之影響而分解者，為量極微，故其大部分仍留下而不變。反之，硅酸鹽經氟硅酸之作用則為之分解。

(五) 用鹽酸及氟酸以隔離鋼玉之處置

普拉氏 (Pratt) 創設次列之方法以隔離鋼玉石先取研碎之岩石粉末二克並置在水鍋中與強鹽酸共同加熱二小時後將殘留濾去使其乾燥而後與 O_2K_2 四克及 O_2K_2 二克共同在本生燈上熔融一小時半後將熔融物置在水中溶解溶解後將未能溶解之物質濾去此物質以後加弱鹽酸及多量強氟酸處理此後將溶液蒸發以除去剩餘之酸並用熱水以沖洗殘餘之物質再將洗水濾去終將濾紙燒成灰末其時剩餘之物質即為鋼玉。

(六) 非晶質硅酸之測定

哈赤氏 (Hatch) 主張依下列方法以從含硅酸之岩石除去其非晶質硅酸並測定其分量該氏將四百克重之鉀水化物溶解在一立之水中次於乾燥岩石碎末中加入鉀水化物之溶液(每克碎末應加溶液二〇哩)並置在水鍋上煮沸一小時此後用水稀釋並將此溶液移在濾紙上濾紙之重量須先經秤定今用熱水沖洗濾紙上之濾物至洗水不復變更紅色試紙之色為止後將碎末移在焙乾櫃中以一〇五度之熱焙乾終則置在凹玻片上秤之。所消失之重量即為非晶質硅酸之重量。

(七) 特殊隔離法

當用上述諸方法以隔離礦物時，若不能得一良好之結果，則可用次列特殊方法：

一、片狀礦物之隔離 將礦物碎末倒在水中並攪動之，使其作旋轉之運動。其時凡呈片狀之礦物比較呈圓粒狀者為難沈澱。若當片狀礦物旋動時，迅速將其倒出，則可使之與粒狀礦物相分離。

二、在廓大鏡下或在顯微鏡下用手之揀選 在岩石碎末中之雜物常可在廓大鏡下或在顯微鏡下揀出之。當用顯微鏡揀選時，將碎末撒在載物臺上，次用以水浸濕之尖端輕輕與雜物之顆粒相接觸，而如是使雜物之顆粒因與尖端相黏附而被揀出。在針之尖端有時黏附膠質物，迨針端之周圍黏有雜物顆粒後，將針端浸在盛有輪質之盆中，此時膠結物溶解而顆粒沈澱，但若針端預先祇用水浸濕，則僅須將針端浸在水中亦足使針端上之顆粒落下。

第二章 礦物硬度之測定

礦物對於割刻之抵抗，謂之硬度。斷定礦物硬度之大小，尋常以鋼鐵所製之針或以硬度已知者之礦物之尖端割刻礦物，若礦物甲被礦物乙搔傷，則乙之硬度比甲為大；反之，若乙被甲搔傷，則乙之硬度比甲為小。又若此二者各不相傷，則此二者之硬度相等。為比較礦物之硬度起見，尋常應用摩氏硬度計為標準。此硬度計含有十種礦物，列之如下：

- 一度 滑石，指甲能搔傷。
- 二度 岩鹽或片狀石膏，前者有如指甲同大之硬度，後者尚能被指甲搔傷。
- 三度 方解石，用小刀極易割傷。
- 四度 螢石，用小刀稍施壓力即能割傷。
- 五度 磷灰石，難用小刀割傷，但用銼刀容易銼下。
- 六度 正長石，與鋼打擊能發火星，能割傷窗上之玻璃。

七度 石英。

八度 黃玉。

九度 鋼玉石。

十度 金剛石。

其中最柔軟者爲滑石，最堅硬者爲金剛石。當確定一礦物之硬度時，以所試礦物碎塊之尖端與計中硬度階級似相彷彿之標準礦物互相抵擦，或交換搔劃。如所選之標準礦物被所試之礦物劃傷，則取硬度較高級之礦物依同樣方法試驗之，若互不相傷，則所試礦物之硬度適與此硬度階級相當，而其硬度卽以此階級表示之。若所試得之硬度係在兩個階級之間，則於表示較下階級之數目上加上○·五，如稱五·五爲磷灰石與正長石階級間之一階級。

在野外時，地質學者常覺有粗定礦物之硬度階級之必要。其時當注意者有下列數點：凡能被指甲劃傷之礦物其硬度可達二度；凡能被銅幣及窗玻璃劃傷之礦物，其硬度分別可達三度及五度。又凡能被小刀劃傷或與鋼塊相擊發生火花之礦物，其硬度可達

七度故吾人若懷有銅幣、小刀及玻璃片，則硬度在一度以至七度間之礦物，其硬度可約略測定也。

硬度計中各礦物所表示之硬度階級並非表示其絕對硬度之價值，且各級硬度之比較的差別亦非各級一致，如滑石與石膏之硬度不過成一與六之比，而鋼玉與金剛石則成一與九〇之比。又在同一結晶中，其硬度係隨結晶面而異，且因劃時方向之不同，往往亦發生差別。學者為測驗是種關係起見，製出測各礦物絕對硬度之試硬器 (Sklerometer 圖九)。

試硬器之頂部為一橫桿，其一端之上面附有載重量之器皿 *p*，而下面則附有一種以鋼鐵或金剛石製成之尖銳針，其尖端向下。今將所試

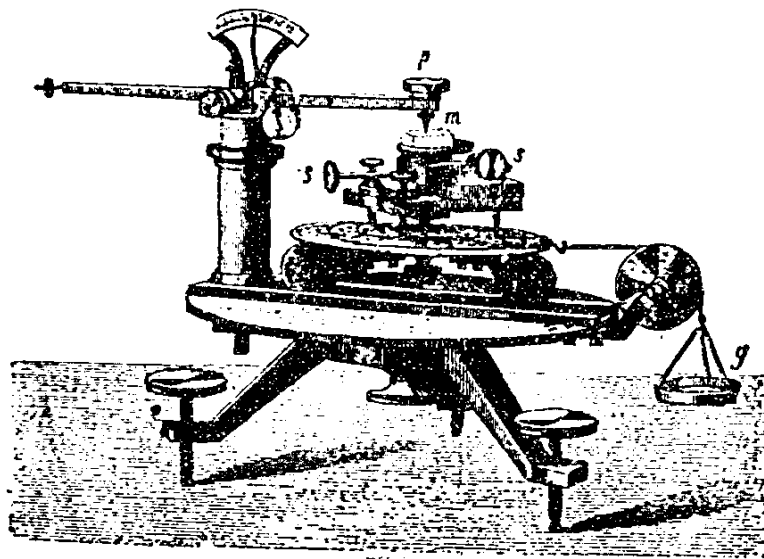


圖 九 第

礦物之板塊放置並固定在水平臺 m 之上，而使與針相接觸。又於器皿 g 中，放置一定之重量，適足使齒輪車 w ，水平臺及礦物板等為水平的移動。後於 p 上次第增加重量，至使礦物板受針之強壓而發生搔痕為止。其時所加重量之多少即所以表示礦物硬度之高下。當試驗時，首當使用螺釘 s 使礦物板為水平的旋轉，至以後所成之搔痕之方向，與結晶之稜並行為止。

就由試硬器測驗所得之結果觀之，摩氏硬度計中各階級間之硬度之相差極不均一，而以較高之數級間為尤甚。礦物之具有最大硬度者為金剛石，次為鋼玉。羅司華氏 (Rosival) 由利用試驗器創設次列各級實際硬度之比例表：

滑石	○.三三	正長石	三二
石膏	一.二五	英石	一一七
方解石	四.五	黃玉	一四〇
螢石	四.七〇	鋼玉	一〇〇〇
磷灰石	七.〇〇	金剛石	一四〇〇〇〇

第三章 礦物條痕之測定

礦物粉末之色，即所謂條痕者，為礦物固有之色，而為鑑定礦物時重要之條件。為觀察礦物粉末之顏色起見，尋常用刀刮礦物之表面或以銼刀或以不上釉之瓷板與礦物相摩擦，此時粉末所呈之色即為條痕色。礦物之條痕色常與礦物之色不同。凡非金屬礦物之條痕色概較礦物之色為淺，或殆為無色。又凡含金屬之礦物，其條痕殆為暗黑色。

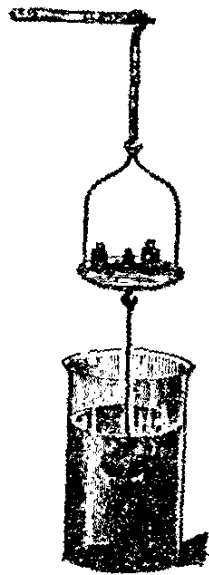
在瓷板上由摩擦而發生之粉末，往往不够細微以現出其粉末色。其時須用另一瓷板再相摩擦。瓷板務須潔淨，故必須先用酸類或鹼質煮之。又供鑑定用之礦物以性質愈均一者為愈適當。

第四章 礦物比重之測定

空氣中物體之重量與同容積之水在攝氏四度時之重量之比，謂之該物體之比重。測比重之方法有數種，各以所用之器械為特性。

第一節 水秤 Hydrostatische Wage.

此秤與普通天秤之差別乃在秤盤下備有一鈞。供試驗之物體係以絲線懸於此鈞上。此線之長，務須足任物體沈在玻杯中水面之下（圖十）。測驗者須先測定該物體在空氣中之重量（a），次復測定其在水中之重量（b）。此兩數之差（a-b）為與該物體同容積之水之重量。所謂比重（s）者，即 a 與 (a-b) 之比。



圖十第

$$\sigma = \frac{a}{a - b}$$

此方法以用水秤故，特稱曰水秤法。此法惟用以測定大體積物體之比重時準確。然在岩石學上之工作中，尋常祇得採取細碎礦物個體以供測驗之用，故在此情形下以用別一方法為宜。

如供測驗之礦物具有遇水溶解之性質，此時常用石油或其他比重一定之液體以代水。以後將在石油中，或在其他液體中所得之比重與石油或其他液體之比重相乘積，得即該物體之比重。

如供測驗之礦物為具強吸水性者之一種，則須擇其新鮮碎片而用之。先時取一小玻璃瓶，裝以適當之液體（尋常為石油），並置在水秤上秤之次。將所試礦物放入小瓶中，此時所增之重量即為該礦物之重量。在秤盤之下，懸有一小籃。此籃係沈在石油中。在玻璃瓶取出而移放在籃中時，其外面所被之石油阻止空氣中之水分侵入礦物中。

第二節 比重瓶 Pyknometer

此瓶對於大塊礦物及細碎礦物皆適用。概爲一長頸瓶（圖十一）其口塞有一帶毛細管之栓，瓶中儲水至達標記（a）爲止。過多之水以後用吸水紙吸去。至是將比重瓶置在秤上秤之，而得重（P）。茲將所試驗之礦物秤後（其重爲P₁）放入瓶中，將比重瓶塞住，並再吸取瓶中之水至標記（a）爲止，而後秤之（得重爲P₂）。如以π表示被排除者之水之重量則π = P₂ + P₁ - P，此π即表示與礦物等容積之水之重量，由是而得礦物之比重爲：

$$\sigma = \frac{P_1}{P_2 + P_1 - P}$$



圖 一 十 第

測驗時，水之溫度務須準確測定，庶幾被排除之水之在四度時之重量得依法計算而得。此方法之優點在於適極小岩片及粉末狀體之比重之測定，而其缺點在於瓶中灌

水，頗費周折。爲防細碎粉末溢出瓶口起見，當瓶栓塞下時，比重瓶係放在一盤上，以便糾正比重瓶中礦物之重量。

此方法亦適於測定遇水溶解之物質之比重，其時惟須用一種對該物質不起溶解作用之溶液，如酒精、石油等以代水。

第三節 浮游法 *Schweb- oder Suspensionsmethode*

在此方法中，先備就一種液體，次置礦物於其中，而後加水或其他一液體稀釋至礦物能在液體中任何一處停留爲止。此時礦物之比重即等於液體之比重，而若欲測定礦物之比重，祇須測定液體之比重而已，是殆本方法之原理也。測定液體之比重既較測定固體之比重爲易，則此法優點之所在，自不待言，一方面在本方法中毋須用大塊礦物，即礦物細碎顆粒亦適用，故易得純粹及性質均一之物質以供試驗，此亦其優點之一也。本方法之缺點乃在其限於測比重在三·二下之物質之比重。又所得比重之小數點後之第二位或第三位多不準確。

測驗時，將重液體裝入一呈筒形之瓶內，次將所試之礦物（小如砂粒者亦可）放入瓶中，且以其比重較液體為低，故浮游於液體之表面，嗣後漸漸攪入一適當之稀薄液體至礦物能在液體中任何一處浮游為止。此時液體之比重即與礦物之比重同。此後祇須測定液體之比重。

本法中最適用之重液體有次列數種：

一、碘化銻鉀（稱曰杜萊氏溶液 [Thoulet'sche Lösung]）為碘化銻與碘化鉀之白色液體（成一與一·二四之比，最大比重為三·一九六），可用水稀釋；但其流動性弱，故所試之礦物若成極細之顆粒者，則不宜用此液體。凡經風化之土金屬礦物能吸取其中所含之鉀分。

二、溴化氫碳 成分為 CHBr_3 。最大之比重為二·九〇四。必須用輪質稀釋。流動性強，價低廉，但比重亦較前項液體為低。在日光中有變褐之傾向。

三、四溴化亞羧質 (Acetylenetetrabromid) 成分為 $\text{CHBr}_2 - \text{Br}_2\text{HC}$ 。最大比重為三·〇。其稀釋劑為醇精或輪質。流動性亦強。在日光中亦略示變褐之傾向。

四碘化二氯碳 成分爲 C_2I_4 。最大比重爲 3.32。係用醇精或輪質稀釋。其比重雖極大，但其比重平均每增一度當減 0.0022 （在五度時爲 3.3485 在一六度時爲 3.3243）。其價極昂。此液體亦稱百老翁氏溶液。

凡是等由混合而稀釋之重液體，復能由蒸發而回復其最大比重。

迨重液體之比重與所試礦物之比重一致時，測定溶液之比重乃爲此後之目的。其測定或用比重瓶或最快用一比重計，然最好用摩魏氏天秤（見圖二七）。此秤之臂長不等。在其長臂之一端，以白金絲線懸一重量一定而外觀如寒暑表之錘。當錘懸在空氣中時，此秤在其較短之一端指示零點。但迨秤錘浸入重溶液中後，指針即離零點，而若欲再使天秤回復平衡之狀態，則須於較長之臂上，懸活動之錘。臂上刻有線紋，而液體之比重即由活動之錘在臂上直接指出之。

爲求迅速起見，亦常用比重指示計，其中包括大小如豆之礦物顆粒或玻璃六面體。各類之比重，其大小各各不同，且各有一定。迨投入液體中後，凡能在液體中任何一點停在一顆粒，其比重即表示液體之比重。

大部分造岩礦物之比重皆在普通重液體之比重之下，故頗適於用浮游法以測定之。本方法對於岩石學之貢獻，不但在測定岩石中礦物成分之比重，且亦可用資隔離岩石之礦物成分，如是使以後化學的或其他的研究省力不少。

爲使浮游法亦適用於比重較所用之重液爲大之礦物起見，學者創設種種之方法。其中最佳之一種爲用一浮游器。

杜拉氏介紹一種蠟製小球充作浮游器。在此蠟球中，埋入一礦物細粒，如兩者之絕對重量爲 g_1 ，比重爲 d_1 ，則其容積當爲 $v_1 \parallel g_1 : d_1$ 。茲在此蠟球上黏附所試之礦物（其絕對重量爲 g 比重假使爲 d ）並以後一并放在液體中，並測得其比重爲 D 。礦物之體積爲 $v \parallel g : d$ 。礦物與蠟球全部之體積故爲 $v + v_1 \parallel (g + g_1) : D$ 。由是乃得：

$$\frac{g}{d} + \frac{g_1}{d_1} = (g + g_1) : D.$$

$$d = \frac{gD}{g + g_1 - Dv_1}$$

對於粉末狀物質之比重之測定，斯米夫氏介紹一下列之方法。

在一小玻璃凹片上，放下凡士林少許，並加熱以驅去其氣泡。次將玻片與凡士林一并置在水中秤之，得重為 w_1 ；後復加熱，並加重量為 W 之礦物粉末於凡士林上。茲將全部復入水中秤之，得重為 w_2 ，粉末之比重於是乃為 $\frac{W}{w_2 - w_1 - W}$ ，而完全與凡士林之比重無關。

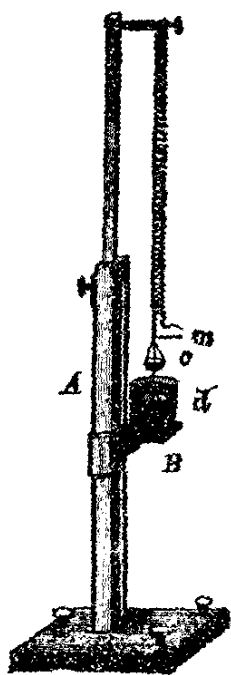
如若所測驗之物體為呈多孔狀者，如白堊是，則其比重可從兩方面觀之；一方面為物體聯孔隙之比重，一方面為物體實質之比重。如若所測之比重為聯孔隙之比重，則物體之外面須先塗以一薄層之蠟或漆而以後用上述方法以測定之。若所測之比重為物體實質之比重，則可用下列之方法：今試物體之重量為 π ；將物體放入水中任其吸取可能的最大量水分而以後再秤之，得重為 $\pi + \pi'$ 。茲測定與此物體等體積之水之重 π' 。物體聯孔隙之比重當為 $\frac{\pi}{\pi + \pi'}$ ，其實質之比重當為 $\frac{\pi + \pi'}{\pi}$ ，如白堊之聯孔隙之比重為 1.6，其實質之比重或真比重為 2.551。

第四節 量管 Burette

量管中先計出水面任何之高(爲 a 哩)。迨投入 b 克重之礦物後,水面增至 c 哩,其比重故爲 $\frac{c-a}{c}$ 。

第五節 罇理氏螺旋秤 Jolly's Federwage

此秤之原理根據螺旋絲之長係與其末端所懸之重成正比例之事實。其主要部分爲長一呎許之方柱(圖一二),前面嵌有刻線紋之鏡面。從柱之上端懸下一螺旋絲,其末端繫有兩小盤。上盤懸在空中而下盤浸在玻杯中水面以下。此試驗共有三個記錄。第一螺旋絲之長 a , 第二爲礦物放在上盤後螺旋絲之長 b 第三爲礦物在下盤浸在水中時螺旋絲之長 c 。礦物之比重乃爲 $\frac{c-b}{c}$ 。



圖二十第

第六節 斯氏天秤 Schwarzsche Wage

此秤作積桿式。其中積杆能在一枝刻有線紋之尺上滑動，其一臂供指示器用礦物懸在其他一端。a 爲礦物懸在空氣中之重，b 爲浸在水中時之重。礦物之比重乃爲 $\frac{a}{a-b}$ 。

第五章 礦物碎片化學成分之試驗

第一節 火焰色之試驗

本試驗根據礦物在本生燈外層火焰中或在吹管氧化焰中燃燒時所呈之火焰色。受檢驗之礦物，如若含有一種使火焰現色之成分者，則火焰中尋常全不現色之外層爲之染現彩色。檢驗時，用一鑲白金尖端之鈇，挾住所試礦物之薄片。如若所試之物爲粉末狀者，則須用一末端彎作環圈之白金絲（圖一三三）。此絲之環圈須先在蒸



圖一三三

氣水中浸溼，庶能黏附所試礦物之粉末。尋常若以火紅之白金絲環與粉末相接觸，亦可使粉末黏附於環上。凡供試驗用之礦物，無論爲碎片或粉末，以分量愈少爲愈妙，蓋微量之物質，若燒之徹底，亦能如用盛量之物質然，惹起顯明之火焰。金屬、合金、硫化金屬及容

易還原之氧化金屬不應挾在鑲白金之鉢中或附在白金絲環上試驗，以其有使白金分解之作用故也。是種物質之試法，將其碎末置在木炭上之一平坦凹處，次吹火焰於其上，然後視試物之周圍是否圍有現色之蒸皮。凡如是發生之蒸皮，其多數經連續吹燒後，火焰即現色，然有幾種物質之蒸皮，須先用硫酸及鹽酸浸溼，而後其火焰始能現色。

火焰色之試驗概在暗處施行，或當時至少須設法遮暗。清潔與寧靜為火焰試驗中最當注意者，蓋如若容易顯色之外物混入其中，則頗能惹起誤解。最危險者為現強黃色之鈉。此物在空間分布頗廣，而在檯上無不有其痕跡。若混入所試之物中，則由所試物質發生之火焰概為其黃色火焰所遮蓋。以是之故，當試驗之際，慎毋擾動檯桌。又為防帶雜質起見，所用之白金器，須先放在火焰中，至待雜質燒盡，火焰不再現色為止，有時在燒以前，并用鹽酸浸溼。

供試驗用之吹管氧化焰含有現強青色之尖心，而於此尖心之外圍有一呈微光之內套層及一現暗紫色之外套層。試驗時或用心之尖端或用內套層火焰。若將試物直接移在焰心之尖端燒之，此時若在試物中存有現色之物質，則火焰變色；凡揮發性愈大之

物質，其火焰變色之範圍亦愈廣。如若移在內套層中燒之，此層之火焰亦分兩層，其外層比較內層較有作用能力。

在供試驗之物質中，如若存有數種現色之成分，則在內套層中之試驗尤便於得精確之結果。其時火焰成薄層而現出，其較外之一層現揮發性較強成分之火焰色，而較裏之一層現揮發性較弱成分之火焰色。

茲舉各成分之火焰色分別示之如下：

一、黃 凡各種鈉鹽皆使火焰發生一種濃黃色。如若同時發生別種成分之火焰色，則必全為鈉之黃色所遮蔽。

二、紫 強半鉀鹽皆現一紫色火焰。如若同時存有鈉分，則此紫色為黃色所遮蔽。在此種情形下，如欲窺視鉀分之火焰色，則須利用一深藍色玻片，蓋若用此片透視火焰，鈉分之黃色消失而鉀之紫色仍得留下。又鎧、鉬及鈿亦能惹起紫色火焰，然在礦物中，是種元素極為稀見。

三、紅 凡含鋰、鋇及鈣之礦物皆惹起紅色火焰。

a、凡含鋰之礦物，其火焰之尖端現洋紅色。如若同時存有鈉分，則此紅色祇見於內套層之外緣。

b、凡含鋇之鹽類一經燒熔，即現一種濃而持久之紫紅色，故與條然即消滅者之鋰紅色不同。

c、凡含鈣之鹽類經燒熔稍久，現一種濃而持久之黃紅色，如若存有鋇分，則所惹起之反應為之一變（見四、b）。用綠玻片透視時，現黃綠色。

四、綠 銅、鋇、鉛、磷酸及硼酸各使火焰現綠色。

a、氧化銅單獨或與酸類化合，皆使火焰現彩綠色（但如與氯及溴化合則不然）。此現象即銅分低下時亦現見。

b、鋇之鹽類使火焰現一種濃而持久之黃綠色，若用鹽酸浸溼，則色更濃。除鋇外如若又含有鈣分者，則火焰之尖端當初現綠色，次現黃紅色鈣焰。

c、硼酸鹽類附在白金絲上用青色火焰燒之，火焰現黃綠色，如若預先用硫酸浸溼，則此火焰色更為顯明。

d、磷酸鹽類用硫酸浸溼後燒之，火焰現青綠色。如若在礦物中磷酸之分量極低，則須先將礦物研成粉末，並將粉末用硫酸調合而成糊狀，後附在白金絲之環上用青色吹火焰燒之。其火焰色轉瞬間即行消滅。

e、鉛之鹽類惹起一種純綠色。

五、青 凡銅之氯化物及溴化物惹起一種鮮豔青蒼色。此反應為供檢驗氯及溴之用。試驗時先備一種帶氧化銅之硼砂球，次將所試之礦物附在球上燒之。如若在所試之物質中，含有氯分或溴分，則當初發生一種青色火焰，後發生氧化銅之彩綠色火焰。

第二節 用鈷液之試驗

多數礦物研成粉末後，以硝酸鈷溶液 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 浸溼，並置在本生燈火中燒熔，能成現特性顏色之塊。其色則隨所含之成分而異。故可用為鑑定礦物成分之特證。

茲作表示之如下：

燒後之結果	物質
青色 玻璃質物	含鹼質之磷酸鹽 硼酸鹽及硅酸鹽
青色 不熔融塊	礬土 硅酸土金屬 硅酸鹽 磷酸土金屬
綠 (色) 塊	氧化鋅(黃綠) 氧化錫(青綠) 錳酸(黃綠) 氧化錫(綠)
肉 紅 色	舌土
紫 色	磷酸鎂及砷酸鎂
褐 色	重晶石
灰 色	氧化鈣 氧化鋁

第三節 附磷鹽或硼砂之試驗

各種礦物對於磷鹽及硼砂亦能惹起特性反應。試驗時附磷鹽或硼砂於白金絲之環上，並置在火中燒紅；次以火熱之磷鹽球或硼砂球黏附所試礦物之粉末而後復置在

氧化焰或還原焰中燒之，球顯現特性顏色。茲作表以示試驗之結果如次：

球顯之色	附 礫		礫 在		附 礫		礫 在	
	氧化	焰中	還原	焰中	氧化	焰中	還原	焰中
青	Co	Cu (冷)	Co	W (冷)	Co	Cu (冷)	Co	
綠	Cr (冷) Cu (熱) Ur (冷)	Cr (冷) Ur (冷) V (冷)	Cr (冷) Cu (熱)	Cr (冷) Cu (熱)	Fe (冷) U (飽和)			
紫	Mn	Ti (冷) Nb (飽和) 冷	Mn	Ni (含 Co) 熱				
紅(或褐)	Fe (飽和) 熱 Ni (熱)	W (冷) Fe (熱) Cu 加 Sn (冷) 飽和	Ur (熱) Ni (冷) 紅褐	Cu (冷) 飽和 不透明				
黃	Ni (冷) Fe (熱) 飽和 Ag (熱) U (熱)	Fe (熱)	U (冷) Pb (熱) Bi (熱) Sb (熱) 飽和					
灰		Ag, Pb, Bi, Sb, Cd, Zn, Ni (冷)		Ag, Pb, Bi, Sb, Cd, Zn, Ni				
無色	Hg, SiO ₂ (遺留酸體) Pb, Bi, Sb, Cd, Zn, Sn, W (冷) 土金屬	Mn, SiO ₂ (遺留酸體) Sn 土金屬	W (飽和) Hg, Ag, Pb, Bi, Sb, Cd, Zn, Sn 蛋白石狀	SiO ₂ (不遺留酸體) Sn, Mn, Cu (熱) 土金屬				

第四節 木炭上之試驗

各種礦物在木炭上用吹火熔燒時，發生一種具特性的蒸皮。許多礦物除發生蒸皮外，又發散具特性的蒸氣或氣體，後者之臭氣恆可用以供鑑定礦物之用。在多種情形下，並用炭酸鈉與礦物一併熔融。茲作表以示本試驗之結果如下：

	蒸	皮	蒸	氣
As_2O_3	白			蒜臭
Sb_2O_3	白			濃白煙
Bi_2O_3	黃			—
SO_2	不生蒸皮			具刺激性
SeO_2	灰			蘿蔔臭
TiO_2	白	帶紅邊		無臭
PbO	黃			無臭
SO_4Pb	白			無臭

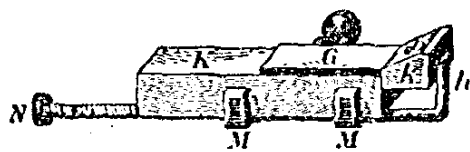


圖 四 十 第

Zn	黃(熱) 白(冷)	無臭
CaO	紅粉	無臭
SnO ₂	黃(熱) 白(冷)	無臭

依據哥德士密特(V. Goldschmidt)之方法,可使蒸皮在玻片上發生,而如是便於供顯微鏡的或化學的研究之用。在此方法中,利用一種如第十五圖所示之器械,稱曰受炭器(Kohlenhalter)。

器中緊挾一柱狀木炭塊K,在K之一端又由鈞h再挾住一短塊木炭k,鈞之進退。係由於螺旋桿N之旋動。k帶一斜面而係用鋼玉粉紙或玻璃粉紙砥磨而成。在此斜面上挖一受試物之小孔v。在K上先置一玻片G,次將試物置在小孔中而吹酒精燈或本生燈火焰於其上。凡尋常在木炭上所發生之蒸皮皆得依此方法使發生於玻璃片上。其由火焰帶出而在玻片上凝結之水蒸氣,以後可由使玻片受熱而消失。試驗完畢後,將炭塊k上之小孔用鋼玉粉紙磨去,又沖洗玻片以除去蒸



第十五圖

皮

此方法之優點，乃在成蒸皮於一白色之玻片上，故凡為暗色之蒸皮，在此玻片背景上比較在木炭之黑色背景上為明顯，然其主要優點乃在便於再供別種之研究。

蒸皮之研究 許多蒸皮之色並非表示礦物在成分上之特性，故不適供研究之用。此時之蒸皮須用別方法以研究之。研究之項目，其最重要者列下：

- 一、顯微鏡下之研究。
- 二、揮發性熔融性之證明。
- 三、昇華之重行結晶作用。
- 四、在水、酸類等中之溶解性及其溶液蒸發時重行結晶之研究。
- 五、用試劑之研究。

司脫蘭克氏 (Stricker) 為確定蒸皮中是否含有鋅分起見，創設下列方法：將玻片上疑含鋅分之白色蒸皮以醋酸及極微量醋酸鈾氧鈉 (Essigsäure Uranylnatrium) 溶解，次於溶液滴之中點再加純粹醋酸鈾氧基，以後使其緩緩蒸發。其時若存有鋅分，則在

醋酸鈾氧基之周緣發生下列物質之斜方系結晶。



凡含錳之礦物發生一種紅褐色至橙黃色之蒸皮，而與鈾氧基鹽類亦發生與錳同樣之斜方系結晶。

第五節 金屬顆粒之試驗

在木炭上燒後留下之金屬顆粒，亦具隨成分而異之特性。茲作表示之如下：

色	能	脆	帶
黃	展	脆	磁
白	延		性
金	錫或鉛	錳	鐵或鈷
銀	銅	錳	錳
紅			
灰			

第六節 閉管試驗

在此試驗中，用一細長玻管（圖一六），其一端融閉，故不通空氣。閉管試驗之目的為觀察礦物之熔融性、磷光性、及炭化現象；尤其要者，為觀察其所發生之蒸氣或氣體（例如氫氧化物之水蒸氣，某種炭酸鹽類之炭酸氣）或為觀察昇華作用。

一、能完全揮發之礦物 其中如 S, As, Hg, As₂S₃, As₂S₅, As₂O₃, Sb₂O₃, HgS, (NH₄)Cl, HgCl 等皆是。大半在

揮發以前融解。其他如砷、氯化銦直接揮發，但不融解，且以後復在玻管之冷卻部分成昇華而沈澱。

二、一部分揮發之礦物 其中凡能揮發之成分則揮發，其不能揮發者，則成殘留：

發生 S（黃或褐）者，有黃鐵礦（FeS₂）、黃銅礦（CuFeS₂）、磁硫鐵礦（Fe₇S₁₁）。

發生 As（黑鏡）者，有鉍鉍礦（CoAs₂）、鉍鎳礦（NiAs₂）、鉍黃鐵礦（FeAs₂）。

同時發生 S 及 As（黃，帶紅色綠邊，單獨或成 As₂S₃）者，有輝鎳鉍礦（NiAsS）、毒砂

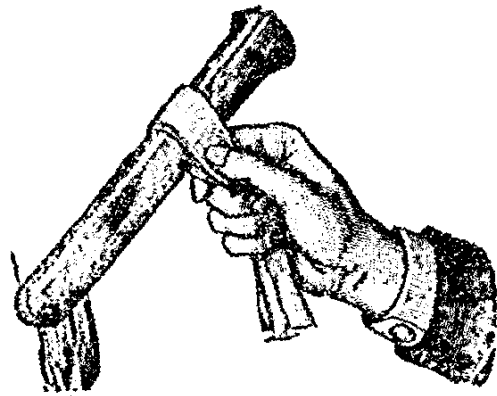


圖 六 十 第

(FeAsS) 及許多硫化物。

發生 Sb_2S_3 (深紅) 者, 有硫銻銀礦及其他硫化物。

發生 H_2O 者, 凡含 H_2O 之礦物及多數含 H 之礦物統屬之。此水具酸性作用或鹼性作用。

發生養氣者, 有軟錳礦 MnO_2 及其他含錳之礦石; 又硝酸鹽類亦發生養氣。

發生 CO_2 者, 有許多碳酸鹽類, 例如石膏。

發生 SO_2 及 SO_3 (成油狀細滴) 者, 有硫酸鐵及硫酸礬土。

發生銻及銻鹽者, 有許多含銻之化合物。

發生 HNO_3 者, 有硝酸鹽類。

試驗時除考察其熔融性、燐光性等外, 兼須考察其顏色之變化; 如 N_2O 冷時白, 熱時變黃; SiO_2 冷時鮮黃, 熱時變黃褐; H_2O 冷時黃, 熱時變褐。

當試驗有種礦物時, 常有先使其分解之必要, 以便任其一部分成分分離。

在閉管中, 加酸性硫酸鉀一併熔融, 或與濃硫酸加熱, 其成鹽素 (氯、碘、溴、氟) 及揮

發性酸類 (NO_2, CO_2) 離化合物而分出。

凡銓之鹽類用水使潮溼後，與中性草酸鉀加熱，發生 H_2O ，硫酸鹽類及硫化物類發生 H_2S 。

第七節 由損失重量之試驗

礦物在閉口管中加熱時，其重量之損失為礦物之一特徵，而須特別加以注意者。此損失往往與水分之損失相當，但並非儘然，蓋其包括水分與富揮發性物質之損失。且能帶負號性，換言之，即能因加熱而增加其重量也。凡供試驗之礦物，務須新鮮，因如若曾經變化者，加熱時其水分損失之分量係隨變化之程度及性質而異。又加熱時之情形亦與礦物重量之損失有關。某數羣礦物在白金鍋中或在磁盆上用酒精燈加熱時，感受某定量損失，故用此方法試驗頗為適宜。至另幾羣礦物，則以用吹管焰、硼砂球等試驗為適宜。

哥德士米特曾用此方法以試驗沸石羣礦物。是種礦物在酒精燈火中熔燒時，失去全量之水分。哥氏與海曼氏 (Hermann) 創設一表如下以供確定數種重要礦物之用：

中文名稱	英文名稱	化學式	理想的水分%	因加熱而損失之重量
方沸石	Analcite	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 2\text{H}_2\text{O}$	八·二	八·三
魚眼石	Ayoplyllite	$\text{H}_2(\text{Ca}, \text{K}_2)\text{Si}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}$	一六·一	一六·一六
摺沸石	Brownsortite	$\text{H}_4(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca})\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18} + 3\text{H}_2\text{O}$	一三·六	一四·〇
斜方沸石	Chabasite	$(\text{Ca}, \text{Na}_2)\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 6\text{H}_2\text{O}$	二一·三	一九·二一 二一·三三
束沸石	Desmin	$(\text{Ca}, \text{Na}_2)\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18} + 6\text{H}_2\text{O}$	一七·二	一八·一八
硅銀石	Edingtonite	$\text{Ba}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} + 3\text{H}_2\text{O}$	一一·〇	一一·二
副輝沸石	Epistilbite	$\text{H}_4\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{18} + 3\text{H}_2\text{O}$	一四·八	一五·五
八面沸石	Faujasite	$\text{H}_4\text{Na}_2\text{CaAl}_4\text{Si}_{10}\text{O}_{30} + 18\text{H}_2\text{O}$	二八·一	二七·五
水鈣沸石	Gismondin	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 4\text{H}_2\text{O}$	二〇·六	二一·〇
寶斜沸石	Gmelinito	$(\text{Na}_2\text{Ca})\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 6\text{H}_2\text{O}$	二一·一	二一·〇
重十字石	Harmotomo	$\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} + 5\text{H}_2\text{O}$	一三·九	一三·〇 一四·五
輝沸石	Heulandite	$\text{H}_4\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{18} + 3\text{H}_2\text{O}$	一四·八	一六·〇
濁沸石	Laumontite	$\text{H}_4\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 2\text{H}_2\text{O}$	一五·三	一三·〇 一四·〇
中性沸石	Mosolite	$\text{Na}_2\text{CaAl}_4\text{Si}_6\text{O}_{30} + 5\text{H}_2\text{O}$	一二·四	一三·〇
曾達沸石	Natrolite	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} + 2\text{H}_2\text{O}$	九·五	九·〇 九·六 九·八 一〇·〇
灰十字石	Phillipsite	$(\text{Ca}, \text{K}_2)\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18} + 5\text{H}_2\text{O}$	一六·五	一七·〇

綠沸石	Neozelite	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 3\text{H}_2\text{O}$	一三·八	一三·〇
灰曹沸石	Thomsonite	$(\text{Ca}^2\text{N}_2)_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 5\text{H}_2\text{O}$	一三·八	一三·〇 一三·〇
碲沸石	Datolite	$\text{H}_2\text{Ca}_2\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$	五·六	一〇·三 五·〇 〇·〇
針曹灰沸石	Pectolite	$\text{H}_2\text{Na}_2\text{Ca}_4\text{Si}_6\text{O}_{18}$	二·七	一·〇
葡萄石	Prelinite	$\text{H}_2\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$	四·四	一·四, 一·六 二·〇

第八節 開管試驗

本試驗中所用之玻管兩端皆開口（圖一七），故便於空氣之侵入。燒後發生氧化物於管之冷卻處。

硫磺成 SO_2 ，由硫化金屬而發生；如若空氣之侵入不够充分，則同時發生 S , As_2S_3 , HgS 等之昇華。

硒成一氣體氧化物（放蘿葡臭）而發生；此外更成硒之紅色或鋼灰色昇華。

砷成 As_2O_3 之白色昇華由砷化金屬而發生，並散蒜臭；如若空氣不够充分，則發生



圖 七 十 第

As (成金屬鏡面狀) 及 As_2O_3 之昇華 (黃, 帶紅色綠邊。)

銻成 Sb_2O_3 之昇華, 由銻化金屬而發生, 並發散白煙。

碲成 TeO_2 之昇華, 並發散白煙。

銻成金屬顆粒由辰砂、銻齊等而發生。此外更有 HgS 之昇華。

第九節 融度之測驗

礦物之融度亦為礦物之重要特徵, 而可用以供鑑定礦物之用者。試驗時, 取礦物一小片, 用白金鉗挾住, 或置在木炭上用火吹燒。如若容易熔融者, 則可直接置在火焰中燒之。如所試之礦物具強破裂性, 則須先行研成粉末; 次加水使其潮溼, 而後置在木炭上用吹火融燒。至熔融時, 零散之部分互相融合, 此後用鉗復能挾在火焰中燒之。凡粉末狀礦物或砂狀體皆可用此方法試驗。

本試驗中所用之火焰為一強氧化焰 (青色), 燒時將試物之稜邊或尖角放在離青焰數釐之處。此時凡不熔融之礦物, 其棱角仍不熔融; 難熔融之礦物其棱角融成圓形

狀；至容易熔融之礦物，則全體融成球狀。吾人就礦物在吹火前熔融之難易，可區別之如左：

- 一、能融成球顆者，其中又有難易之區別。
- 二、祇其邊緣能熔融者，其中亦有難易之區別。
- 三、不能熔融者。

荷貝爾氏 (v. Kobell) 爲比較礦物熔融之難易起見，製出一種融度計。此計包括七種礦物，每一礦物表示一融度階級。茲將此計示之如左：

- 一度 輝銻礦，通常之燭火能融之。
- 二度 鈉沸石，在燭火中燒之，祇其細針狀體能融，但若在吹火中燒之，即成塊者亦易熔融。

- 三度 貴石榴石，燭火不能熔融，但在吹火中則融成塊狀。
- 四度 陽起石，在吹火中祇其薄片能融。
- 五度 冰長石，較陽起石更難熔融。

六度 古銅輝石，祇其極細之尖峯尙能融成圓頂狀。

七度 石英，在吹火中不熔融（除非用作射狀之白熱焰，如電氣弧燈焰尙可使其熔融）。

多爾德氏 (Dolter) 創設下列之融度階級以代疇貝爾之融度計：一、輝銻礦五二五度，二、岩鹽八一五度（或方沸石八七〇至八八〇度），三、黝輝石九二〇度，四、普通角閃石一〇二五至一〇三〇度，五、曹長石一一〇〇度，六、正長石一一五五度，七、白榴石一三〇〇至一三二〇度，八、古銅輝石一三八〇至一四〇〇度。

如欲確定礦物及岩石之融點，則須用別種方法。在是種方法中，電氣爐爲一必需之器械。爐中之溫度係用量溫計測定。

第十節 用酸類之試驗

爲確定礦物之性質起見，此方法常視爲極適用者之一種。各種酸類之作用已於第一章中當討論用酸類以隔離某數岩石成分時明白示之矣。然應備之酸類爲數極多，且

其中數種未必容易得到，因此殊覺不便。愷林敦波爾登氏 (Carrington Bolton's) 稱檸檬酸為多數酸類之一極適當的代用品。此酸有分解硝酸鈉之作用，能析出硝酸，後者更使炭酸及氧化氫分解，一方面且能發生草酸。是種檸檬酸與硝酸鈉之混合物對於多數礦物惹起極劇烈之作用。碘化鉀或氟化銦以其與檸檬酸混合時產生碘化氫或氟化氫，故其與檸檬酸之混合物，亦有同樣之作用。在較常見之造岩礦物中，次列數種礦物遇檸檬酸或上述之混合溶液時，呈示特性變化。

一、在尋常溫度時，方解石及霞石完全分解，而白雲石一部分分解，並同時發散 CO_2 。又霞石遇飽和檸檬酸溶液時，亦完全分解，並有 SiO_2 析出。

二、加熱時石膏及磷灰石略許變化，而蛇紋石則分解並析出 H_2O 。

三、與檸檬酸加熱並加碘化鉀時，頑火石、普通輝石、橄欖石、貴石榴石及綠簾石等分解，而磁鐵礦、普通角閃石、光線石則略許分解。

至石英、長石羣、雲母羣、石墨、鋯石、金紅石、電氣石、白榴石、紅柱石、榭石則不因遇上述之試劑而起變化。

第十一節 石墨及其他炭質物之試驗

尋常石墨遇酸類不起作用；反之，其較緻密之一種（稱曰緻密石墨 Graphitic）研碎後置在白金板上加放煙硝酸，熱至紅熱時，則膨脹而呈蠕形。

又純真石墨與炭質物及粒狀石墨之差別乃在後兩者能燃燒，比較前者為輕，且又決不呈結晶質狀。石墨在鹽酸及氟酸中皆不溶解，故其在灰質岩或石英質岩中者，用鹽酸或硅酸易使之與灰質或石英質分離，以後再切實確定其性質。凡性質與石炭相近之粒狀石墨在苛性炭酸鉀溶液中能溶解並略變褐色。

第六章 岩石之定量分析及其應用

地質學家尋常雖無自行分析岩石之成分之必要，但常須代分析者預備供分析用之物質。一方面更須徵明由分析而得之結果及比較之。是以當預備供分析用之物質時，對於下列所舉之各點有注意之必要。

凡供分析用之物質務須具有均一性質，且除非用以供考察風化現象者外，又以愈新鮮者為愈妙。分析之目的為得岩石之平均分析，故凡供分析用之物質不宜取自單一之岩塊，但須取自多數碎片。又如結核、包裹物及其他外來物，務須不使其混入於供試驗之物質中。迨岩石碎片研成粉末後，善使其混合；嗣後取其一部分以供分析之用。至應取之分量係依岩石顆粒之大小而異。凡呈細粒狀之岩石（如玄武岩）如有二〇克至三〇克已够用；反之，如若為粗粒狀岩石（如偉晶花崗岩）則須有五〇克或以上之分量。然此數惟在決定岩石之普通成分時夠用；而如若分析之目的為決定一種以極細分量

存在之元素之分量，則供分析用之物質之分量當遠過於其矣。

就分析本體言，要以完全為主；申言之，不但在岩石中常見之重要成分如 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 CaO 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 、 H_2O 等有決定之必要，即凡其他一切成分，其存在、缺少或不存在，因與確定岩石之性質有關，亦在注意之列。岩石如不完全是新鮮，其 CO_2 含量亦有確定之必要。他如 TiO_2 、 P_2O_5 、 Cl 、 SO_2 、 S 、 ZrO_2 、 Cr_2O_3 及 NiO 如若以顯量存在，則其量亦必須確定。在施定量分析以前，有時先施以顯微化學法（見第十四章），蓋如是某一元素之存在與否得迅行確定也。

至由分析而得之價值可由數方法表示之。在多數情形下，以百分率計算之重量已足應用。在其他情形下，其百分率重量須以分子比例表示之。此分子比例係以分子重量分其百分率重量而得。

一岩石之分子比例為其特具之性質，而可用以表示其化學性者。奧善氏 (Osann) 即以分子比例為根據，而創設一種表示火成岩化學性之方法。在此方法中該氏舉出下列之公式：

$$S = \text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$$

$$A = \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = (\text{NaK})_2\text{O}$$

$$C = \text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{NaK})_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 - A$$

$$F = (\text{Fe Mn Mg Sr Ba Ca})\text{O} - C$$

$$\text{Na}_2\text{O} = n$$

$$\text{K}_2\text{O} = 10 - n$$

$$S + 2A + 2C + F = 100$$

公式中S表示硅酸之全量，A表示 $(\text{NaK})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 分子之數，C表示 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 之數，而F表示 $(\text{Fe, Mg, Ca})\text{O}$ 之數。除將硅酸不計外，A C F表示某一定礦物之特具的性質，A表示鹼性長石及霞石、白榴石、方曹達石等，C表示鈣質長石，F表示暗色成分，如普通輝石、普過角閃石及橄欖石。

在表示一岩石之化學性時，最重要之一點厥在示A C及F之比較的價值；換言之，即其比例（a : c : f）是也，為便於用三角圖解法表示起見，此比例之總當為一個恆數。

而奧善氏乃以二〇計之，即 $a + c + f = 20$

上列之比例 $a : c : f$ 雖並不確實表示岩石中之鹼性長石、鈣長石及暗色成分之
比量，然已足表示岩石之化學性。

為欲迅速計算 a 、 c 及 f 之比較的價值起見，尋常應用愷撒氏 (H. Kaiser) 之公式。
其公式列下：

$$N = 100 - (\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5) \\ = 100 - (S + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5)$$

$$N = (\text{NaK})_2\text{O} + (\text{Fe Mn Mg Sr Ba Ca})\text{O}$$

$$P = \frac{A}{N} = \frac{(\text{NaK})_2\text{O}}{N}$$

$$Q = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{N}$$

由此乃得：

$$a = 20P$$

$$c = 20(Q - P)$$

$$f = 20(1 - Q)$$

如 a c 及 f 之總不為二〇，但為另一數 S ($a + c + f = S$)，則上列之公式當變為：

$$a = SP$$

$$c = S(Q - P)$$

$$f = S(1 - Q)$$

茲舉數例以解釋此方法如次：

	I	II	III					
SiO ₂	59.50	59.06	56.69					
TiO ₂	—	—	0.27					
Al ₂ O ₃	10.35	19.44	9.08					
Fe ₂ O ₃	—	—	1.21					
FeO	7.38	3.08	3.72					
MnO	0.36	—	—					
MgO	8.14	1.29	5.69					
CaO	8.65	13.12	12.65					
Na ₂ O	4.23	3.31	7.11					
K ₂ O	1.39	0.70	3.19					
P ₂ O ₅	—	—	0.44					
	S	A	C	F	N			
I.	59.50	5.62	4.74	19.78	7.5			
II.	59.06	4.01	15.43	2.06	8.3			
III.	59.96	10.30	0	22.01	7.9			

由此乃得岩石之公式如下：

- I. s 56.5 a 4 c 3 f 13 n 7.5
- II. s 59 a 85 c 14.5 f 2 n 8.5
- III. s 57 a 65 c 0 f 13.5 n 7.9

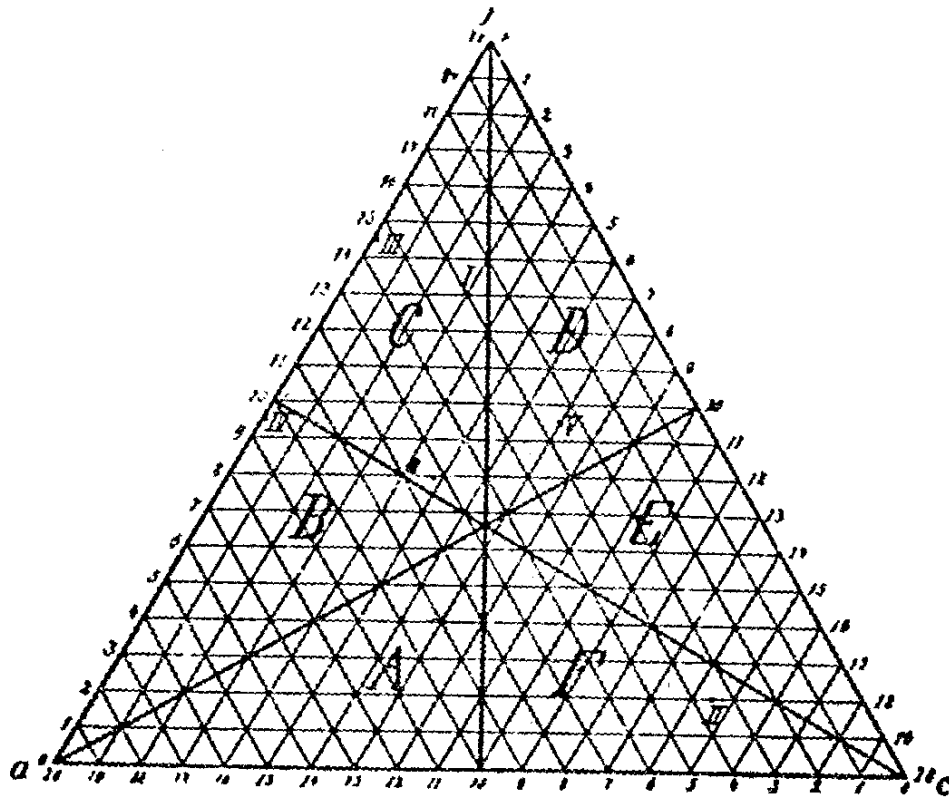


圖 八 十 第

岩石之公式且常以圖法表示之。奧善氏亦創設一種三角投射法（見第十八圖）。其投射野呈一等邊三角形。此三角形面係由三組與邊並行之並行線分爲多數等邊小三角，並由三支主線分爲六個直三角。一岩石之 $a \dots b$ 關係乃用一投射點表示之。在以 a 標記者之角，其 a 之價

值爲二〇，c 及 f 各等於無，在以 c 標記者之角，c 爲二〇，a 及 f 各等於無，又在以 f 標記者之角，f 爲二〇，a 及 c 各等於無。在三主線之交錯點 $c \parallel c \parallel f$ 其公式故爲 $c \dots$
 $c \dots f \dots$ 三角之邊分別與 $f \parallel c \parallel a \parallel c$ 相當。凡與一邊並行之並行線係與有一定大之 a, c 及 f 相當，例如凡與 fe 並行之並行線其 a 之價值爲自一以至一九。準此故凡與 $c \dots$ 相當之投射點必在與 cf 並行之第 x 線與第 x+1 線之間。就岩石公式以定相當之投射點時，祇須確定與兩邊並行之兩並行線，其第三線必與其第三數相當，否則必有錯誤發生。

除奧善氏之圖解法外更有掛庭斯 (Idrings) 比克氏 (Beck) 等諸方法，然爲比較數岩石之性質起見，尤以米希爾萊聿 (Michel-Lévy) 之方法爲適用。此方法以後曾經勃羅開氏 (Bruggen) 稍稍改動。

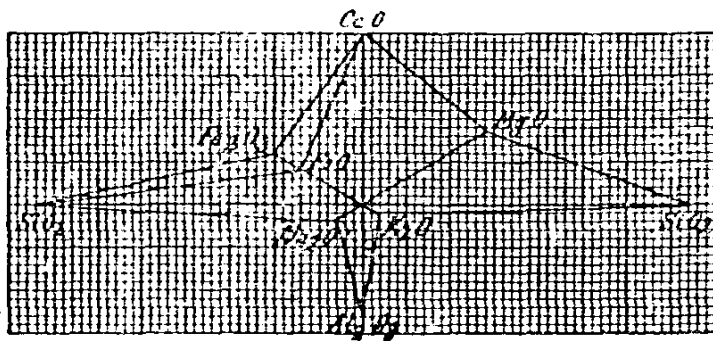


圖 九 十 第

其方法如次：在二支正交之線上，其左右線表示 SiO_2 （圖一九），垂直線之上端表示 CaO ，其下端表示 H_2O 。又在與左右線成六〇度交角之兩交錯線上，其下端左方表示 Na_2O ，下端右方表示 K_2O ；反之，其上端右方表示 MgO ，上端左方表示 FeO 。至各線之長短係以耗計算，而係與其所代表之成分之分子商（Molecular quotient）以分子量除重量百分率而得）相當。

嗣後連接所得之各點，並將 H_2O 之分子商在 H_2O 線上計之。是種圖解極為明晰。岩石之酸性程度在圖上一目便可明瞭：凡一扁長之圖表示一種酸性岩石；反之，一短促之圖表示一種基性岩石。

第七章 截片製作法

岩石或礦物之截片(Dünnschliff)係由岩石或礦物磨成。概薄而透明。其厚度通常爲 20μ (0.02 耗)至 50μ ，間爲 10μ 。截片製作之歷史，始自一七八〇年，其時德國柏林有位學者名蓋爾哈氏(C. A. Gerhardt)爲研究空晶石之構造起見，首先製出該石之截片。自發明聶古兒柱之聶古兒氏(William Nicol)以透明坎拿大樹膠爲截片中之膠結物後，截片上之研究日益進步。至一八五〇年時，製作研究者追蹤而起，在歐洲大陸及英吉利各有其人，馴至今日，截片上之研究已認爲鑑定岩石之礦物成分時一種極重要之工作。

截片之製作不但費時，且極困難，而在初學者尤甚。職是之故，在歐美諸國，是項工作已變爲專門之技術而由專家擔任之。地質學者以常覺有在顯微鏡下研究岩石之必要，對於製截片之工作自當具有相當之經驗。若能自行製作，則獲益殊多，蓋如此不但一切

凡由轉手而發生之錯誤完全免除，且可同時對於岩石之硬度、條痕、構造、包裹物等爲詳細的觀察。反之，若託付別人製作，砥磨時所取之方向往往不能與所指定者相符，然若由本人製作，則可望無此弊，此皆所以證明凡地質學者不可不習截片之製作也。

製作截片時，先從岩塊用鑿及錘擊下一岩片，爲省時起見，其由鋸岩機 (Steinschneidmaschine 見後章) 截下者，亦極普通。所選之岩片如非用以供研究風化現象者，務須新鮮，而以不現分解痕跡及不過分小者爲合宜。其面積至少須有三方糶至四方糶，且須不現裂紋，否則磨時易於碎裂。今將岩片之一面置在一塊向外呈穹形之鑄鐵上，初用粗鋼玉 (顆粒之大爲二五〇至四〇〇 μ)，次用細鋼玉 (顆粒之大爲一〇至二五 μ)，終則用鋼玉粉 (顆粒之大爲五 μ) 砥磨，磨時且用水。極硬之石英砂岩亦可供與鑄鐵板同樣之用。鑄鐵板或砂岩之位置有時並不固定，但係裝在一種用足或用手轉動之機械上，爲旋轉運動。砥磨截片時，亦常用金剛石粉以代鋼玉粉。

磨截片用之固定鑄鐵板尋常係放在一鋅製櫃內，櫃帶高邊，是以鋼玉不致向外面飛濺。又鐵板表面損耗之程度須全面一致，否則截片磨成後，其表面不爲平坦，但呈穹狀。

然平坦之截片磨面爲磨時最須特別注意者，否則全片等厚之截片不能磨成。不等厚之截片在以後研究時，發生特殊之困難。

在鑄鐵板上砥磨截片往往費

時。爲省時間起見，有時應用磨片機 (Schleifmaschine)，如第二十圖中所示者，爲一用馬達轉動之磨片機。其軸之右端裝有兩塊附人造鋼玉之圓盤，在一盤上之人造鋼玉係較在

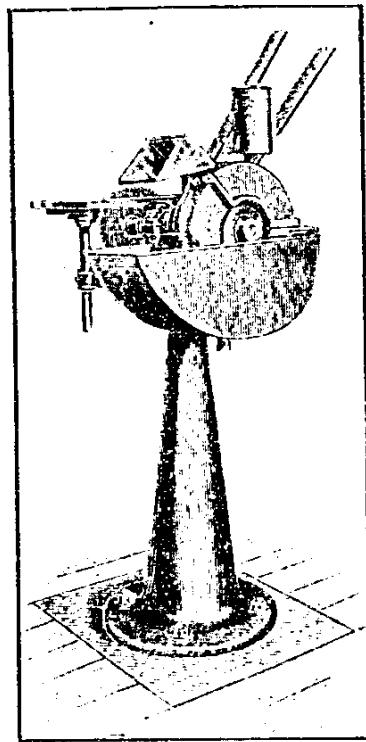
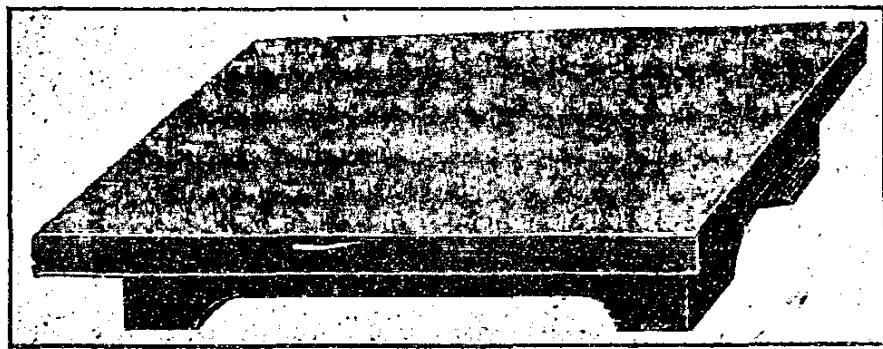


圖 十 二 第

其他一盤上者爲粗。此兩圓盤有一鋅製之櫃圍之。在軸之左端，裝有一圓鋸以供他項之用。迨截片上之一面在機上磨平後，即用水及肥皂沖洗。洗後置在毛玻璃板上或鐵板上（圖二一）先用細鋼玉（顆粒之大爲一〇至二五 μ ）次用鋼玉粉（顆粒之大爲五 μ ）砥磨。（在市上所售之最細鋼玉粉常含細粒，爲除去是種細粒計，將鋼玉粉倒在盛水之玻璃杯中，復將在水中浮游之鋼玉粉夾水轉倒在另一玻璃杯內，任其沈澱，終則取出用

之。在細鋼玉粉中，若混有鋼玉細粒或岩石破片者，則在截片面上難免發生刻痕，而予截片以損傷。磨後復用水及肥皂沖洗，務使鋼玉粉不留在截片之面上。嗣後用坎拿大樹膠（或其他一透明膠結物）使截片之磨面與一塊三耗或四耗厚及四乘六厘大之磨玻璃相膠結。至尋常之底玻片以其過薄，在手指壓力下容易凹凸，致截片之緣邊部比較中部容易磨去，故不適用。為防被指甲搔傷及為比較容易握執起見，有時亦用極厚（約二厘許）並帶棱角之玻璃片。

凡供膠結用之坎拿大樹膠先須經硬化作用。其法將坎拿大樹膠放在瓷坩或金屬匙中，並在下面以極小之火焰稍稍加熱。大多數坎拿大樹膠熱至二一五度時即騰沸。騰沸時，其化學成分能隨時發生變化。迨其重量減少百分之三〇以上後（然此係視樹膠之性質而異），用玻璃棒帶出坎拿大樹膠少許，並置在玻璃板上。



第 二 十 一 圖

考察其冷後所呈之硬度，加熱時須留意防其燃燒，因由燃燒而發生之煙煤以後能污截片故也。坎拿大樹膠在玻片上緩緩冷卻後，以指甲搔之。其略許能被搔傷者方適用，如若較硬，則易使截片破裂；如若較軟，則易為鋼玉粉所侵入，致截片不適應用。坎拿大樹膠之屈折指數係隨其成分而變，但相差之數甚微，如在一八度時不過相差於一·五三四與一·五四〇之間，如溫度增加一度，此數約減小〇〇〇·三三。

膠結截片之手續分下列諸步驟：先將已硬化者之樹膠數滴散布於洗淨後已在膠爐上加熱者之玻片上。最新式之膠

爐帶有一鍋（圖二二），上覆金屬板。鍋中儲有假性茴香質（Pseudo-cumol沸點為一六〇至一七〇度）。

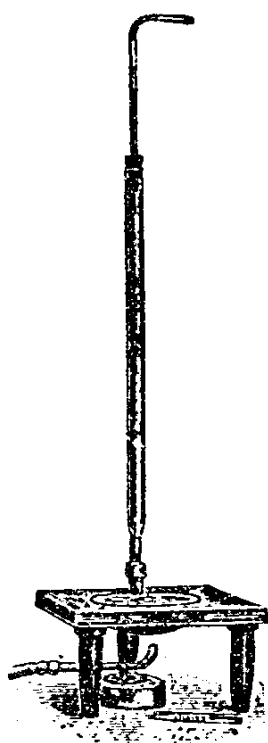


圖 二 十 二 第

用本生燈加熱至騰沸時，假性茴香質蒸發，後在一長玻管中凝結。同時岩片用鉗挾在燈火上加熱。加熱時，使磨成之平面向上，以免為煙煤所污。後將此平面覆在玻片上，並任其冷卻。迨在坎拿大樹膠中不復見氣泡時，稍加壓力於截片之上，冷後用一廓大鏡偵視，其

時若仍見有氣泡逗留於玻片與截片之間（尋常多在截片下），則須重行加熱，並再加壓力，務須使氣泡不復存在，其故乃因氣泡以後有使玻片與截片分離之作用。所用之樹膠爲量必須豐富，而務須足以包圍截片之周緣。截片若無膠樹以保護之，則因受鋼玉細粒之攻擊容易受損。若經砥磨之岩石爲屬含水之一種（如含泡沸石之岩石），則截片不宜加熱，否則其所含之礦物因失去水分變化而爲其他礦物，其因是而變爲完全不透明者亦常見之。

迨玻片及截片完全冷卻以後，第二截片面砥磨之工作即開始；當初亦用粗鋼玉粉或人造鋼玉粉置在位置固定或圓旋磨石上砥磨。砥磨時，揷在玻片上之手指應時時更換位置，使磨面各點所受之壓力，因之使各點磨耗之程度全面到處一致。迨截片開始變爲透明時，以水沖洗截片，至粗鋼玉粉完全洗去爲止，嗣後用細鋼玉粉復在玻板上砥磨。玻板務須平坦，庶幾在磨面上不致發生凹凸。

迨截片磨薄而能透示細小文字時，砥磨之工作完全告終。砥磨時間之長短自然隨岩石透明性之強弱而異，凡粗粒狀岩石概有較細粒狀岩石爲強之透明性，故砥磨時所

費之時間亦較短。截片之厚度須全片一致，當檢驗其厚度時常於第二次磨成之面上亦加一玻片，並視此玻片是否與在他面上之玻片相並行，以定其兩面是否並行。後用肥皂及水將細鋼玉粉完全洗去。

在此磨面上，置坎拿大樹膠一大滴，並緩緩加熱至截片與底玻片間之樹膠熔融為止。次將截片及玻片一併放在酒精內，至是因樹膠溶解，截片遂與玻片分離。迨樹膠脫去截片後，將截片從酒精中取出，置在吸水紙間使其乾燥，以後並移置在另一底玻片上。移置時，務須謹防截片破碎，若不幸而破碎，則擇其較大者而用之。在底玻片面上，預置坎拿大樹膠。迨截片放在玻片上後，稍稍加熱，使玻片與截片黏合，以後任其冷卻。當尙未完全冷卻時，加坎拿大樹膠數滴於另一磨面上，並於其上面覆一極薄之玻片，其大必略許超出截片之上。坎拿大樹膠尋常係用柴魯爾油 (Xylol) 稀釋，並藏在一玻管或一玻瓶中。第二十三圖即示一種藏坎拿大樹膠之玻瓶。如若以手擠橡皮囊，瓶中之

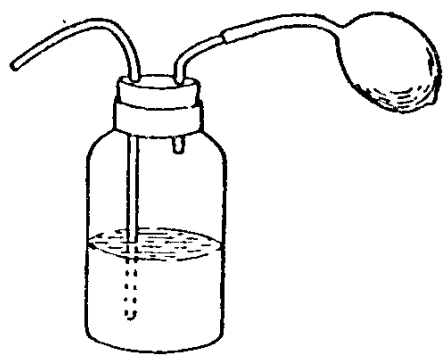


圖 三 十 二 第

樹膠卽由彎管流出；如是每擠橡皮囊一次，樹膠卽由彎管流出一滴，故滴數之多少全視擠數之多少而定。以後若將橡皮囊放鬆，則在彎管中之樹膠立刻向瓶中倒回，故不致再由管口流出。今以鋏挾住岩片並置在火焰上加熱，至發生暗色蒸氣時爲止，加熱時務須謹防乾焦，蓋恐有碳素分出，致截片變黑，不適於試驗之用。後將全部放在一平玻片上而以底玻片在下，蓋玻片在上，次以鉛筆或稍具韌性之木棒在蓋玻片上稍施壓力，並依各方向劃動，如是在截片下不致再有氣泡存留；否則以有氣泡故，截片不適供研究之用。蓋玻片之坎拿大樹膠爲量必須足以填充底玻片與蓋玻片間之空間。在緣邊部過多之樹膠以後可用刀刮去，並用酒精及水沖洗。

當觀察岩石中細孔時，以及當依哥克氏 (Schröder van der Kolk 見第一〇四面) 方法確定數種成分之屈折指數時及當鑑定礦石時，蓋玻片皆可省去。據米希爾萊韋氏 (Michel Lévy) 之意，以爲祇截片之一大部分須有坎拿大樹膠及蓋玻片保護，其他一部分可任其露現，以便供其他觀察之用。

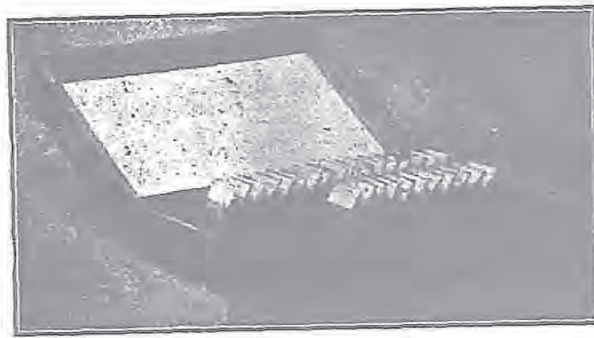
終則加顯明之標記於磨成之截片上，其方法或用金剛石針頭劃刻記號於底玻片

之背面，或用紙條錄明，並黏在玻片上。此後就可將截片藏於木箱（圖二四）或抽屜（圖二五）中。藏放時，紙條向上。每一抽屜可藏截片百張。抽屜係藏在櫃中（圖二六），每櫃可容抽屜百具，故每櫃可藏截片一萬張。

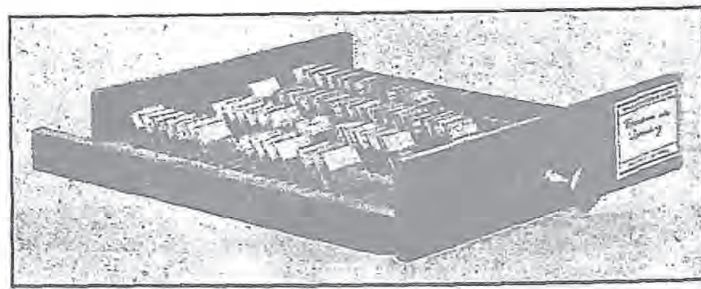
上述製截片之方法自然祇對於體質結實而不具孔穴者之岩石適用。至對於多孔狀、疎鬆狀或由少數顆粒所成之岩石則宜用次列諸方法：

一、為防破碎起見，凡極粗

粒狀或極疎鬆狀或強經分解者之岩石之截片，迨一面磨成及洗淨後，即用坎拿大樹膠

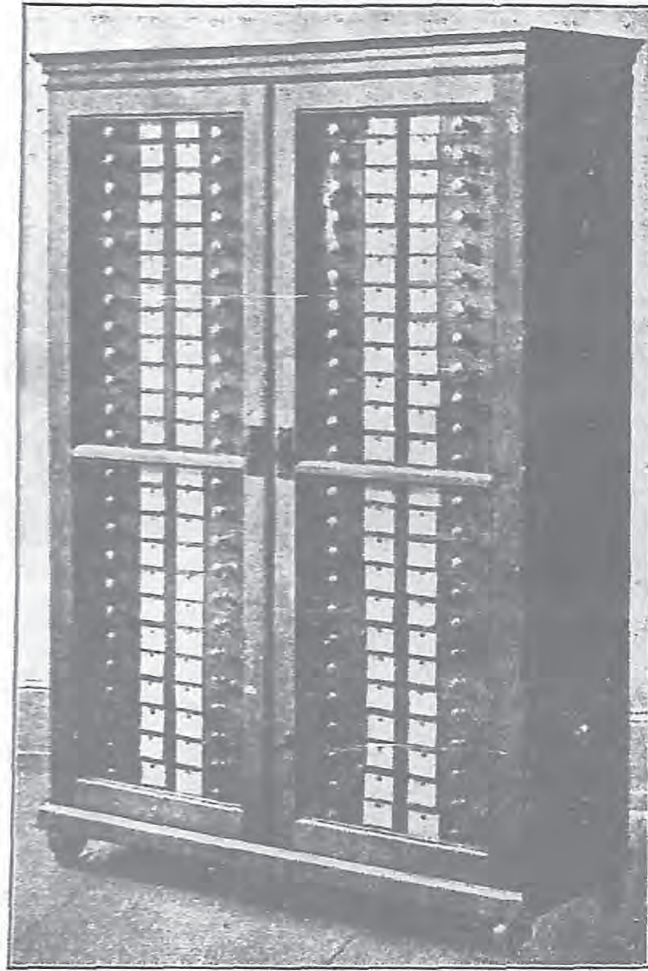


第 二 十 四 圖



第 二 十 五 圖

將磨成之面與底玻片膠結，如是在底面上不必再換玻片。又迨第二截面磨成及洗淨後，即注燒熱之坎拿大樹膠於其上，並覆蓋玻片。在蓋玻片各點上，以後施以稍稍之壓力。當製此種岩石之切片時，有兩個要點須特別注意：第一，切不可挾底玻片在火焰上加熱；第二，施於蓋片上之壓力切不可過大，蓋此兩種作用皆能使切片破碎，故在切片上樹膠冷卻以前，務須迅將玻片覆蓋於切片之上，而使之與切片相膠結。



第 二 十 六 圖

二、凡多孔狀、細胞狀、鑄鏷狀及多泡狀岩石（石灰華、浮石、岩鏷、熔岩以及風化物），在砥磨以前，須置在坎拿大樹膠中煎煮，使坎拿大樹膠滲透岩石全部，並冷卻後在岩石細孔中凝結。

然單用坎拿大樹膠煎煮，嘗未能滿意，因岩石細孔中有空氣存在，致坎拿大樹膠未能完全侵入細孔中。職是之故，尋常須放在真空器中煎煮之。該器之裝置帶有一水鍋、一噴水抽空機、一氣壓表、一燒瓶及一管狀玻璃瓶。此管狀玻璃瓶係插在水鍋中（圖二七），其高為二〇糎，主管及橫管之內徑各為三糎。在新式之一種中（圖二八）側

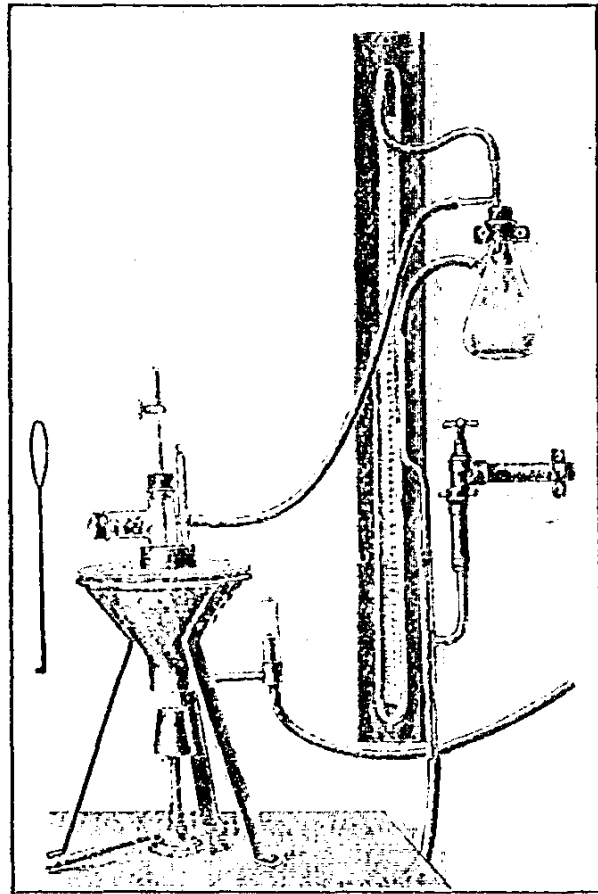


圖 七 十 二 第

管之一端完全燒閉。在主管之上端蓋有一玻片，並以不帶水之角膜油封閉。次將潔淨及乾燥之岩片於蓋玻片提開後，由主管之口放在側管中，並將硬化後之坎拿大樹膠亦由管中加入至主管中，數糲高爲止。至是復將蓋玻片蓋主管之口，次關閉側邊之活嘴，後由水鍋下加熱，使坎拿大樹膠熔融，並應用噴水抽空機使發生一完善之真空。迨瓶中壓力減至四〇耗時，將瓶稍向一邊傾側，使岩片落於火熱之液狀坎拿大樹膠中；再熱十分鐘後，將活嘴扭開，使空氣流入管中，並將抽空機停止。此機不應預先停止，否則難免有水回入管中，而於水壓極高時尤爲危險，以是之故，中斷加插一燒瓶，如是使回上之水不致流入坎拿大樹膠中。終將蓋玻片提開，並用鈎將岩片從膠中取出，滴乾後，任其冷卻，然後依尋常方法砥磨之。

凡侵入岩片孔泡中之坎拿大樹膠，迨冷卻後，務須具有硬性，而在極疎鬆之岩石中（例如在風化岩石中），此尤爲一個必要之條件，否則軟弱之樹膠將與疎鬆岩石及鋼

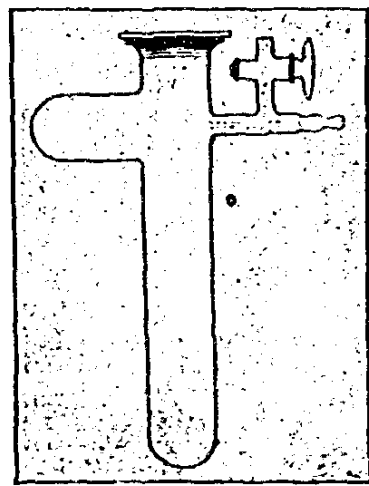


圖 八 十 二 第

玉粉相混而成漿糊狀體，致岩石失去固有之構造。如所研究之岩石以含水故，不易收取坎拿大樹膠，則將岩片先用酒精次用輪質及柴魯爾煎煮，以後放在坎拿大樹膠中。

截片之一面一經磨成，即使之與一底玻片相膠結，迨第二片磨成後，亦即膠上蓋玻片。其一切手續殆與第一項同，若轉手過多，亦難免破碎。

三、對於極軟弱之疎鬆岩石，維許孟氏 (A. Wichmann) 紹介下列之方法：將岩石先用刀坦平切成一面，並將此面置在乾玻片上磨光；次使之與一底玻片相膠結，在底玻片面上預置有經過煎煮者之坎拿大樹膠。後復用刀削去岩塊之一部，致留下者僅為一薄片。在切成之面上，覆以含坎拿大樹膠之迷蒙精溶液，並蓋玻片於其上。如是製成之截片大概已够透明。

四、對於製造供顯微鏡下研究用之黏土岩截片，斯蒂斯脫魯普 (Steinstrup) 紹介下列之方法：將完全乾燥之黏土塊用細砂在玻片上磨成一平面（不用水），並用坎拿大樹膠使磨成之平面與一底玻片相膠結。所用之坎拿大樹膠務須呈厚黏液狀，庶幾岩石中之細孔不致為樹膠所侵入，其黏性又須極強。為此尋常多攪蟲膠（十六分坎拿大

樹膠與五〇分蟲膠相混融。迨底玻片與黏土塊間之樹膠完全乾燥後（因不宜加熱故約須費二十四小時），先使黏土之大部分破斷，致在底玻片面上祇留一黏土薄層。此層且可用水沖洗，使其變為更薄。為使黏土中之分子不移位置起見，將新成之層面，不經研磨而逕使與另一底玻片相膠結，迨膠結物變硬後，再使黏土破斷，在留下之薄膜上復用水沖洗，乾燥後加坎拿大樹膠，終則覆以蓋玻片。黏土截片之製作至是告終。其中礦物成分仍占原來之位置。

五、礦物粉末之截片 杜拉氏 (Thoulet) 及 曼氏 (Mann) 紹介一種製作砂及其他粒狀體之截片之方法。在杜拉氏之方法中，將供研究用之粒狀體與容積約十倍大之氧化鋅相混合，並加濃厚硅酸鉀溶液使發生一糊狀體。次將此糊狀體裝在一個數耗長之玻管中，並用報紙密塞玻管之口端。幾天後，管中之糊狀體變硬而可當作尋常岩石截為薄片。據曼氏之意，此種糊狀體亦可用氧化鉛及磷酸調製。此體迨變硬後，亦同樣製成截片。

較諸上述之方法尤為完善者，有斯多培爾氏 (H. Stöber) 之方法。該氏以坎拿大樹

膠數滴置在蓋玻片上加熱。蓋玻片係放在底玻片之側邊。當受熱而熔融時，坎拿大樹膠即在蓋玻片及底玻片上展布。次將供研究之顆粒或粉末撒布於其上。迨坎拿大樹膠尙未完全變硬以前，用映寫紙遮蓋樹膠，並用帶坦平截面之橡皮（如橡皮塞）加強壓。迨樹膠變硬後，將橡皮移開，映寫紙撕去，而後用細鋼玉粉砥磨至多數顆粒經過一度砥磨爲止。今將磨後之面用坎拿大樹膠與一新底玻片膠結，次將別面上之底玻片及蓋玻片打碎，並將此面亦依同樣方法砥磨。顆粒如若過於粗大，則當撒布在樹膠之上以前，須放在乳鉢中研碎。砥磨之工作務須不可過分，蓋極微細之礦物粉末不能呈示種種之性質。從此種碎粒上觀察包裹物及結晶構造比較在圓粒上尤爲容易。又礦物分裂之面在碎粒中亦分明現出，是以凡不呈劈開面而祇呈斷面之礦物（如石英及普通輝石）得由是而與容易呈劈開面之礦物（如正長石、方解石、普通角閃石等）識別。

六、對於白雲岩及石灰岩截片之製作，柏夫氏 (Hubb) 主張當截片磨至將透明時，即換在軟木塞上再用細鋼玉粉砥磨，至截片完全透明爲止。此方法在製黏板岩截片時亦適用。

至對於泡沫石灰岩 (Schauunkalk) 截片之製作，巴爾曼氏 (Bornemann) 紹介下列之方法：用鋸岩機截取三耗至四耗厚之岩片並以水洗淨，而後再在毛玻片上將兩面磨平。磨平後復以水沖洗。迨截片乾燥後，滴純粹坎拿大樹膠於其一面上，使岩片中之細孔完全爲坎拿大樹膠熔融體所填充。冷卻後將該面先在玻板上以後再在帶平面之砥石上砥磨，至坎拿大樹膠薄層完全磨耗而岩石表面重復現見爲止。磨時不絕地用水流沖洗。乾燥後復滴新鮮坎拿大樹膠一滴於其面上，並加熱後使此面與一純粹底玻片相膠結。此後將其他一面先用鋼玉粉及水砥磨，迨磨至一耗以下時，再換在玻板上及砥石上砥磨，磨時亦不絕地用水沖洗。磨至適當薄度時，任其乾燥，而以後用坎拿大樹膠（預先用迷蒙精稀釋）使此面與蓋玻片相膠結。

七、石炭及其他碳氫化合物之截片之製作 爲欲得是種物質之薄片起見，往往用刀將岩塊依層理分裂或用帶細齒之鋸鋸開。然如欲得一與層理面正交之薄片則先須磨成一平面，而於此平面上用坎拿大樹膠黏貼一厚實之紙張，次再用細鋸或金剛石圓鋸依平面截下一片三耗至四耗厚之薄片，鋸時用水沖洗。若仍以此薄片爲過厚，則須另

在鑄板上將以後鋸下之一面用細鋼玉粉和水砥磨。迨磨薄後任其乾燥，並用坎拿大樹膠使與一底玻片相膠結。石炭概呈多孔狀且多罅隙。其體質結實者則甚少。因毛細管吸收作用，在孔隙中時有水吸入，此水在膠底玻片以前務須由加熱而驅出之。尋常將薄片置在一極薄之玻片上（磨平之面向上），而後用酒精燈火加熱。其時貼在一面上之紙，因坎拿大樹膠熔融，大部分與岩片脫離。迨認岩片中之水完全驅盡時，再放火熱坎拿大樹膠於尚未冷卻之岩片上，並為使坎拿大樹膠得侵入岩片之孔隙中起見，務須設法維持岩片之高溫度，使一時不致低降。迨岩片完全為坎拿大樹膠滲透後，加上底玻片，並於玻片之上蓋以一火熱闊面刀，使岩片與底玻片間之坎拿大樹膠成一極薄之層，並任其冷卻。此中須特別留意者有兩個要點：第一底玻片與岩片間不應留有氣泡，否則當砥磨其他一面時，底玻片與岩片有脫離之慮；第二在使岩片與底玻片膠結時，岩片應十分乾燥，否則以後易發生樹枝狀影像。為除去氣泡起見，往往迨岩片重行加熱後稍施壓力。如若發生樹枝狀影像，則非將底玻片移去並迨岩片乾燥後再使底玻片與岩片重行膠結不可。大半褐炭及燭黑炭尋常皆具一種使人憎惡之性質，即加熱時能自行延展並成細

片而捲曲是也。爲防捲曲起見，須先覆紗紙於其面上，而後將其壓在兩塊厚玻板間。

在顯微鏡下觀察不透明之截片時須用一個垂直發光器（Vertikalilluminator

圖二九）。此器係附在轉換盤及接物鏡之間。光線係從側邊之小孔射入，直達三稜鏡之塗銀面上（有時爲一塊塗銀玻璃），並由此向下反射，經過接物鏡後，直達截片。嗣後再向上反射，經過接物鏡以達觀察者



圖九十二第

之眼。側邊之小孔能依各方向轉動。又三稜鏡亦能稍稍旋轉，以便任意反射光線於截片之上。截片面上不應加蓋玻片及坎拿大樹膠。其表面又須極光滑。其底面用蠟膠結在一底玻片上。膠結後，截片之蓋面務須十分水平，否則當截片移動時，接物鏡與截片之距離亦須增減。爲使蓋面達水平位置起見，先將底玻片放在一水平之臺上，次將截片之底面歛在底玻片上之蠟中，同時置水準器於截片之上，如是當膠結物變硬時，截片之位置得隨時修正。

當研究隕石時，須另用特製之顯微鏡。在冶金學中，亦用特製之鏡以供研究金屬、合金、銅等之顯微鏡的構造。凡是種顯微鏡皆附有垂直發光器。

爲照耀黑暗之視野起見尋常又須備有一特製之集光燈（圖三〇）。此燈係裝在一架上。其一種帶有一白光弧。從弧放出之光線爲置在前面管中之集光鏡所收集，並爲其投射於截片上。在集光鏡之前，又裝有藍玻璃或磨玻璃。此集光燈常與垂直發光器同時並用。

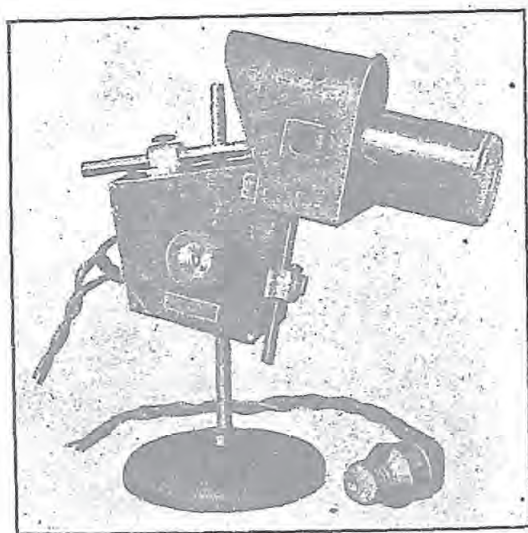


圖 三 十

第八章 器械

一、鑿及鎚 凡用製切片之岩石薄片或礦物薄片，其若不由鋸岩機截下者，則常用鑿及鎚從岩塊鑿下。岩塊或礦物塊如若軟弱，則其薄片可用刀切下。當用鎚打擊時，打擊之方向務須與礦物或岩石之劈開方向一致。又鑿或刀着力之方向亦須沿劈開面。鑿時將岩塊或礦物塊置在一鐵板上（見圖三一m），並以一鐵環m₁圍之，庶幾碎下之岩屑不致向外面飛散。如經劈裂之礦物為一種雲母，則其劈開面異常平坦。劈裂時用刀從緣邊部切入雲母板塊，次在水中繼續切下；水因毛細管作用被吸在雲母片間，致雲母全片之分裂極有規則。

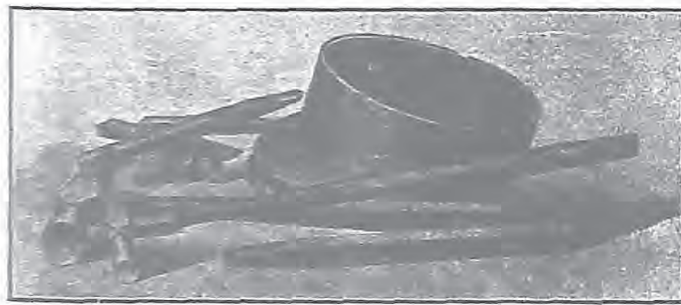


圖 一 十 三 第

二、鋸岩機 爲便利起見，尋常應用鋸岩機以截礦物或岩石之薄片。是項機械之最簡單者，爲一藤製之弓，弓上張一支○·五耗至○·七耗粗之鐵絲。用時撒鋼玉粉於鐵絲之上，並將弓來回拉動。如用此種粗製鋸岩機，一片一○耗乘一五耗大之花崗岩薄片可於二○餘分鐘內鋸下。如岩石中含有鋼玉，則須時稍久。至普通不含鋼玉之岩石薄片，尋常在半小時內即可截下。爲防鐵絲拉動之方向以後發生變更起見，特設木釘於下面之木板上。木釘之排列使鐵絲之拉動祇能限於一個方向內（圖三二）。拉動時，務須不使鐵絲上附人造鋼玉粉之一段與木釘相接觸。用○·二耗粗之鐵絲及五○ μ 粗之人造鋼玉顆粒，可望得鋸下一極薄（至多厚爲○·三耗）之岩片。如若以後鐵絲稍稍刻入木釘中，其時可將木釘旋轉，或將其稍稍敲下。

又雕木匠所用之鋸亦可供截岩石薄片之用。用時以鋸片之背在礦物上或岩塊上

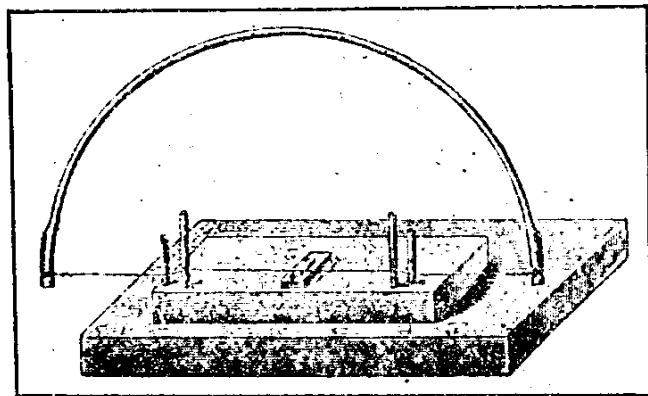


圖 二 十 二

拉動並同時撒潮溼人造鋼玉粉（顆粒之大為五分之一耗）於拉動之處，又以刷子將粉刷入截縫中。此方法亦頗簡便，在熟手中，一片二五方厘大之輝綠岩薄片可於二小時內截下。

若用圓旋鋸岩機以截岩片，則費時極省。在此種鋸岩機中，岩片係用附金剛石粉之鋅製圓鋸面截下。其式樣分種種，第三十三圖所示者為德國柏林傳愛司工廠所造。此機係用馬達轉動，K為夾住岩塊（或礦物塊）之機件，而係附在撐架S之上，S架由螺釘s之轉動能依與截面垂直之方向移動。圓鋸面之直徑為四〇厘。轉動時，此鋸面能截入岩塊中至一二厘之深，故若將岩塊旋轉，此鋸可截下

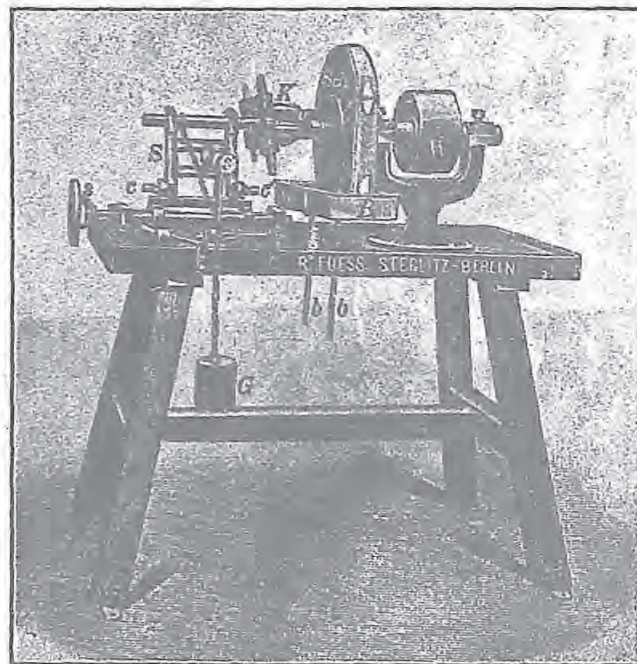
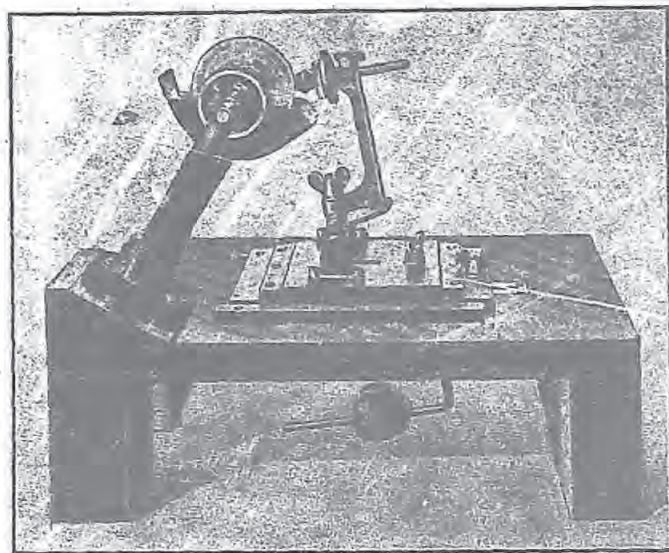


圖 三 十 三 第

直徑二四吋大之岩片。其中所用之馬達具1-3匹馬力，每分中鋸片之轉數約為六百。第三十四圖所示者為另一種鋸岩機。此機為德國哥汀根溫蓋爾廠所製造，特適於製作礦物小截片，其中所用之馬達祇具1-20匹馬力，每分中鋸片之轉數為三百。在左方挾結晶之彎柱專為用作固定結晶之位置。

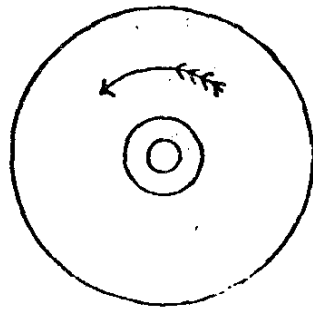
鋸岩機中之圓鋸板鑲有金剛石粉，其方法先以銼刀抵拒圓旋板，致在圓板上發生一薄邊，次用小刀擊此薄邊，致在薄邊上發生多數半耗深之缺口。擊時務須留意小刀之位置，使所成之缺口之方向不致呈放射狀，但與半徑之方向斜交（圖三五）。此後將重一〇吋至二〇吋之金剛石屑置在特製之鋼製鉢中。鉢係由一鋼板所成，中間帶有一個二纏闊



第 三 十 四 圖

及三呎深之筒狀孔，孔底呈半圓形。配於此鉢之棒在下端亦呈同樣之形狀。在使金剛石屑破碎以前，加油一滴於鉢中，而後用一木製大鎚用力打擊，金剛石屑之破碎而呈極細粉末狀者，即浮游於油中。此細末以後用手黏附於圓板上缺口中。至在鉢中剩下之粗屑以後亦可依同樣方法使之粉碎，而適於供同樣之用。當截岩石時，務須不使圓板迫緊岩石，蓋以一定量之金剛石細末祇能截下一相當大之面積，其大不能因加壓力而增加，且壓力反有使圓板薄邊捲曲之慮。對於金剛石，強半礦物不因其硬度之大小而呈不同之性質，故凡用鑲金剛石細末之圓板以截大理石，不致因大理石性質較軟比較截花崗岩為容易。

三、礦物學上應用之顯微鏡 在礦物學上應用之顯微鏡係與尋常在生物學上應用者之一種不同，而皆須配有列之裝置：一個聶古兒柱（稱曰偏光器 *Polarisator*），此柱將由下方反光鏡射上之光變為直偏光；換言之，此器祇任非常光線通入管中；一個能旋轉之載物臺，旋轉之度數另由標記可在近旁分度器上計出之。接物鏡並非固定，但

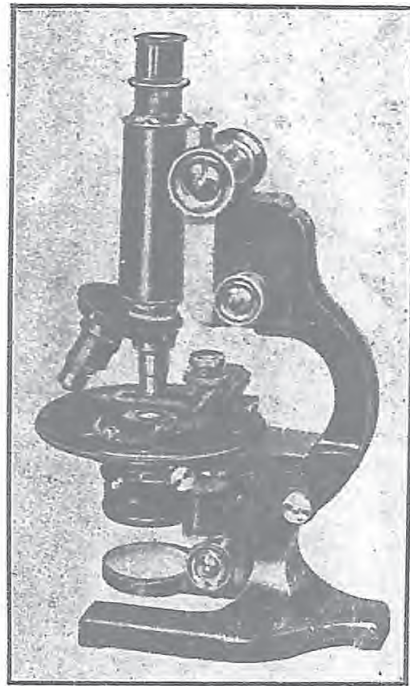


圖·五·十·三·第

可隨時更換，更換之方法或用一接物鉗，或用別種方法（如用轉換盤）。管能上下昇降，粗動用粗調節輪，細動用精調節輪。此外更有第二聶古兒柱（稱曰解析器 *Analysator*），此柱係插在管上。至在該項顯微鏡上應備之附屬器有下列數種：一、一片集光鏡；二、一塊屬第二列紅色之石板膏，有時或一塊四分之一波長雲母板，用時將此片插入上聶古兒柱下之罅隙中。顯微鏡之下方若具有一鏈節者，則可使顯微鏡占一傾斜位置或水平位置（如當攝影時）。此外更須備一倍脫藍氏鏡（*Bertrand'sche Linse*）此鏡係插在管中能與接物鏡一併運動，一附在管上之垂直發光器（見第二十九圖）及一集光燈（見第三十圖）。此外如一石英楔亦為一極有用之附件。在顯微鏡中光線之進行如次：因實物與接物鏡之距離較接物鏡之交點距離為大，故由接物鏡先成一個比較實物為大，但倒置之真像。因接眼鏡與此像之距離比較接眼鏡之交點距離為小，故由接眼鏡成一個與此像相當之假像，此像然仍倒置。在接物鏡上附有十字形蛛絲。此兩蛛絲之方向係與兩個聶古兒柱之震動方向並行。

為使截片上某一定點便於以後尋覓起見，在載物臺上須附有測截片前後或左右

移動之器械（圖三六）。此器械之主要部分為二支計距離之桿。此兩桿互相正交，且係位在切片之右方或上方，如是切片前後或左右移動之距離得分別在桿上計出之。切片上某一定點之位置有時亦由描一色圈於玻璃片上以爲記。



第九章 截片中礦物顆粒之屈折指數之測定

在顯微鏡下，一種極重要之觀察為測定截片中各礦物屈折性之強弱。坎拿大樹膠之屈折指數 n 為在一·五四左右。如在坎拿大樹膠中埋有藍方石（ n 為一·五〇三）、石英（ n 為一·五四四至一·五五三）及橄欖石（ n 為一·六六一——一·六九七），則石英與坎拿大樹膠之限界不甚分明，而藍方石及橄欖石與坎拿大樹膠之限界則至為明顯。就大概言，凡礦物在另一媒介體中時，其與該體之限界如若並不分明者，則其與媒介體之屈折指數大約相等；如若呈極分明之限界，則兩者之屈折指數相差極大，其故乃因光線從光學的較密媒介體通至較疎的媒介體時在限界處發生全反射現象。坎拿大樹膠既為光學的並非極密或極疎之媒介體，其與光學的極密媒介體及與光學的極疎媒介體之限界故極顯明。

全反射現象不但在截片之緣邊部發生，即在其表面亦能現出。截片中礦物之表面

呈示一種粗糙不平之外觀。此種粗糙不平之表面，謂之凹凸面 (Relief)。如由使用螺釘將集光器旋下，則此凹凸面更爲明顯。溫香克氏 (Weinschenk) 利用截片中礦物顆粒之凹凸面以計屈折指數之大小。其所得之結果舉示之如次（截片係埋藏在坎拿大樹膠中）：

- 一、集光器在最高點時，凹凸面已分明者—— n 在二及二以上。
- 二、集光器旋下一耗至二耗時凹凸面即分明者—— n 約在一·八左右。
- 三、旋下數耗後凹凸面始分明者—— n 在一·七至一·六之間。
- 四、旋至較低後凹凸面始分明者—— n 在一·六至一·五五之間。
- 五、概不現凹凸面者—— n 約在一·五四左右。
- 六、集光器旋下後始現凹凸現象顯微鏡之管向外旋動時發生明顯之光野—— n 不達一·五四

哥克氏創立一種較真確之測定法。此方法對於由黏土、砂中等提出之顆粒及礦物碎片之屈折指數之測定，尤其適用。其原理係根據礦物浸在屈折指數各各不同之液體

中時在顯微鏡下所呈之種種現象。試驗時將供試驗之礦物顆粒置在一玻片上，並於其上面加液體一滴，致礦物顆粒完全浸在液體中。次插黑紙板一塊於載物臺之下或插在反光鏡與集光器之間，並將此推近礦物，至當時所呈之暗影接觸礦物顆粒為止，其時在顆粒上發生明暗之緣邊，然尋常祇起明朗之景象於其一邊。在顯微鏡下於是可發生下列三種情形：

一、當黑紙板插入時在礦物顆粒離黑影之一邊發生暗影；顆粒之屈折指數當較液體所有者為大（圖三七）；例如石英在輪質中是。

二、當黑紙板插入時在礦物顆粒近黑影之一邊發生暗影；顆粒之屈折指數當較液體所有者為小（圖三八）；例如石英在三溴代一碳矯質中是。

三、當黑紙板插入時，發生礦物

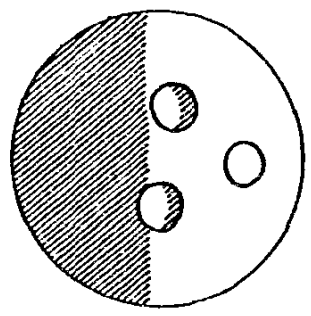


圖 七 十 三 第

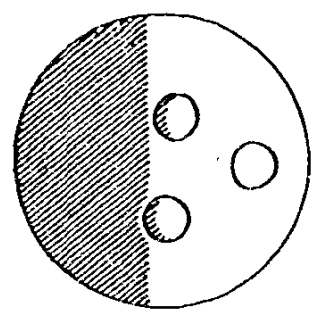
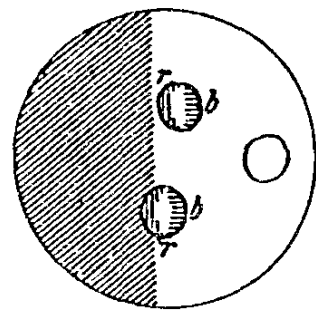


圖 八 十 三 第

之彩影（在近紙板之一邊現紅色 γ ）；顆粒之屈折指數約與液體所有者相同（圖三九），例如石英在氮氧基代輪質（Nitro-Benzol）中，重晶石在一溴代石腦油（Monobromnaphthalin）中是。

本試驗中所用之液體以在日光及空氣中不致發生成分上之變化者之數種為限。哥克氏曾舉出一大批可用之液體，其中較為常見之數種茲列之如下：

屈折指數 n 為		屈折指數 n 為	
一·四四七	氯化二碳羰質	一·五五一	氮氧基代輪質
一·四六二	啦芬特油	一·五五九	一溴代輪質
一·四六六	四氯化碳質	一·五九七	三溴代一碳羰質
一·四六九	橄欖油	一·六〇〇	肉桂樹油
一·四九五	柴魯爾油	一·六一八	一碘代輪質
一·五〇一	輪質	一·六三四	一氯代石腦油
一·五〇二	柏樹油	一·六四八	一溴代石腦油
一·五二一	氯化輪質	一·六八〇	等積之一溴代石腦油與碘化一碳羰質之混合體
一·五三八	溴化二碳羰質	一·七四〇	碘化一碳羰質
一·五四二	丁香樹油	一·七九五	在碘化一碳羰質中之硫磺飽和溶液
	Athylenchlorid		Nitrobenzol
	Lavendelöl		Monobrombenzol
	Tetrachlorkohlenstoff		Bromoform
	Olivenzi		Zimmtöl
	Xylol		Monojodbenzol
	Benzol		α -Monochlornaphthalin
	Zedornholzol		α -Monobromnaphthalin
	Monochlorbenzol		
	Äthylenbromid		
	Nelkenöl		



第三十九圖

吾人若將所試之礦物連續置在是等液體之滴點中試驗，則能於短時間內，測定其屈折指數。其時若有應用具高屈折指數之物質之必要，則可用硫磺（融點為一一〇度， n 為一·九三）及磷（成液體時 n 為二·〇七五，成固體時 n 為二·一四四）。

若欲證明液體之屈折指數，則可反上述之方法而用之。此時以屈折指數已測定者之礦物當作標準（或應用一全反射計）。

此方法對於截片亦適用，惟須截片不埋藏在坎拿大樹膠中。以是凡供此項用者之截片尋常祇半被坎拿大樹膠或其全部之樹膠已被柴魯爾油或輪質溶解以去。試驗時最當注意者為不使受檢驗之礦物與其他礦物相混雜，且須使之與液體為完全之接觸。

然為測定截片中礦物屈折指數起見，尋常

應用倍克書氏方法 (Beckesche Methode)。此法根據全反射之現象。設 $o o d d$ (圖四

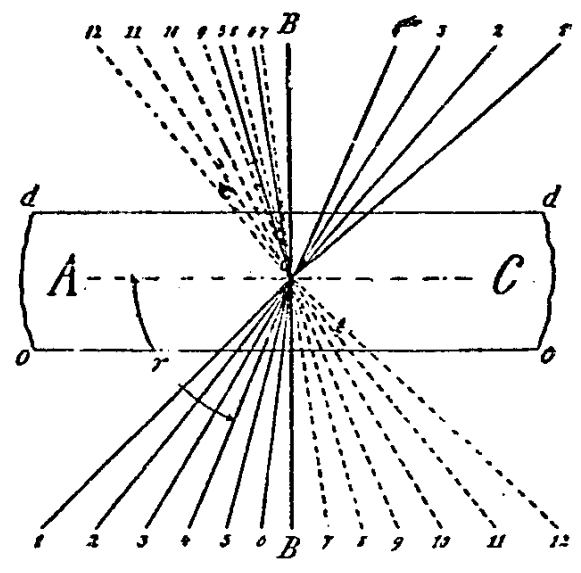


圖 十 四 第

○爲截片一部分之剖面，其中A與C兩礦物相遇於BB線上（此線係與截片面正交）。A爲屈折光線較強之礦物，C爲較弱之礦物。凡自截片下面射上之光線一部仍依原來之方向進行（對於稍稍之屈折此處可不必計及），其自屈折較弱之一方面上來之光線（7至12）概不發生全反射作用；反之，凡自屈折較強之一方面上來之光線一部分起全反射作用，如5及6兩光線以其入射角度超出全反射臨界角 γ 之上，起全反射現象，因是在限界線左方之光線總量增加。當置在顯微鏡下窺視時，則見此一面發生較明之光野。若將集光器略許旋下，則此現象更爲明顯，此時在外圍之光線（1至3，12至10）遮蔽不見。若以後再由使用微動螺旋使顯微鏡之管稍稍上昇，則在左方之光野更爲明朗（亦由遮去緣邊光線而致）。光線似在此一方面加增。本現象係依下列之規則：當鏡管上昇時，光線有似向左方加增之傾向。當鏡管向下旋動時則發生相反之情形。此方法頗適於各種長石之屈折指數之決定，其時使長石之緣邊部與坎拿大樹膠或與石英相接觸。

以上兩方法（即哥克氏方法及倍克書氏方法），凡老練之能手皆能利用以測定一軸晶礦物及二軸晶礦物之屈折指數。至較真確的方法以限於篇幅，在本書中擬省。

第十章 普通光線下用顯微鏡的觀察

迨礦物之屈折指數測定以後，更須進而研究礦物之形狀、大小及色澤。然欲確定礦物之形狀，勢非測其角度不可。在截片中，凡結晶截面之角度，其能直接用以計結晶之角度者，至不易得。尋常須將多數同一礦物之截面互相比較，始能決定其角度之價值。凡用測角度之顯微鏡，其接眼鏡須裝有十字形線。

如在各種礦物學的顯微鏡中，然載物臺係以能旋轉者為合宜，且於其外圍須備有分度圈。此外更須有一固定之標記，以示載物臺旋轉之度數。為求計度數精確起見，更須裝有微分器。茲由使用在臺上或在管上之調節輪使臺及截片之旋轉中心與十字線之交點相符合。當測結晶截面之角度時，將欲測之角度之頂點移在十字線交點下，再使角之一邊與一十字線相符合，並用微分器以確定其位置。後使載物臺與截片一同旋轉，至角之另一邊與同一十字線相符合，終則在微分器上計出旋轉之角度。

爲測截片中結晶截面之大小起見，常用一測微器。此器爲一帶刻線之玻片，兩線之距離普通爲十分之一。用時係插在接眼鏡中眼簾之上，其地位適與實物影像之地位相符合。測時，將接眼鏡轉動，使截片或礦物截面之一邊與測微器刻線上之零點相符合，因此實物影像之長短得在刻線上直接計出之。故爲測實物之長起見，預先有測定影像放大倍數之必要。倍數之大小係與接物鏡之交點距及其他條件有關，尋常概由廠家在顯微鏡出廠以前預先測定。故實際上用者祇須觀察實物在測微器上所佔之刻線之數，次以廠方所供給之倍數除之，後將所得之商與顯微器上兩線之距（常爲十分之一）相乘積。測驗者若欲自己測定顯微鏡之倍數，則須於臺上亦置一測微器，並當作此測微器爲一實物。次觀察接眼鏡中測微器之幾何分部係與臺上測微器之一分部相當。

在透光下顯微鏡截片之色係視截片之吸光性而定，且亦隨截片之厚度而異，因此尋常所用之截片概有一定之厚度（概爲 $\bigcirc \cdot \bigcirc$ 五耗），而凡較厚或較薄之截片概在摒棄之列。光線被吸收之強弱又視礦物之方向而異，而祇在非晶質及等軸系礦物中光線之吸收不依各礦物截面之方向（即礦物之結晶方向）而變更。至在其他各系礦物

中（如在屬正方系、六方系、斜方系、單斜系及三斜系之礦物中），則不但與截面之方向且亦與光線在截片中振動之方向有關。因此所謂吸收色（Absorptionfarbe）者係爲光線在一平面內振動時所起之現象。此種祇在一平面內振動之光線，謂之偏光，而在礦物學顯微鏡中係當光線經過偏光器後所發生。研究時，將顯微鏡中之解析器取出，後將截片同臺一併在偏光器上旋轉。其時礦物中色澤差別最大之方向，謂之吸光軸。凡正方系及六方系結晶有兩個吸光軸，而斜方系、單斜系及三斜系結晶有三個吸光軸。一種呈色之礦物，其截面若在截片中占多種方位者，在顯微鏡下能發生三種情形：

一、若同一礦物之各截面皆呈同一色者——無吸光性——非晶質礦物或等軸系礦物。

二、若同一礦物之各截面分別現兩種不同之色或兩色之各深淺階級者——兩個吸光軸——正方系或六方系礦物。

三、若同一礦物之各截面分別現三種不同之色或三色之各深淺階級者——三個吸光軸——斜方系單斜系或三斜系礦物。

凡無色礦物之結晶系以礦物無吸光性故，不能由上述方法決定之。更有須注意者，則凡正方晶系礦物及六方晶系礦物之依底面之截面亦不惹起顏色依方向之變化。凡有是種截面之礦物之結晶系，須另由在收斂光下所成之一軸晶干涉圈決定之。爲欲切實確定吸光性起見，光線在偏光器中之振動方向亦須決定，如所用之偏光器係由方解石製出，則偏光振動之方向係與偏光器菱面之短對角線一致。吸光色尋常係與普通顏色（分爲種種深淺不同之階級）相比較，以便確定。

在顯微鏡之下討論切片中礦物之光澤以在礦物不透光時爲限，爲此從顯微鏡臺下不應再使光線射上，下面反光鏡之位置故必須改動，或向上反射之光線必須用手遮斷。此後投射在切片上之光線概爲從側邊射來之一種。

在從側邊射來之光線下，礦物細粒色澤之強度大減，且概有變現灰色之傾向。凡作極淡色之礦物往往因此而易認辨；例如磁鐵礦在此種情形下，幾乎全變灰色，而祇微呈黃色，又斑銅礦其若表面不呈鋼青色者，幾乎全作褐色。黃鐵礦亦現深灰黃色。至仍現強色者之物質惟自然金屬，而以銅及金爲最。凡金屬之磨光切片若置在冶金學上應用

的顯微鏡下視之，其色澤尤較用肉眼觀察時爲強。

在尋常光線下，劈開性之測驗亦爲一最重要之舉。在極薄之截片中，此性質乃由黑色線紋表示之。他如與別種礦物或與薄雙晶片之交換現象，亦可在常光下察見。

至劈開性之強弱係視線紋之性質而異。凡劈開性十分完善者，黑線長而並行，不十分完全者，黑線往往斷續，其不完全者，線紋呈彎曲狀。

不透明礦物之劈開性質，如若稍稍完全者，能藉側邊之光照分明察見，因在粗糙截片面上之凹凸有時呈規則的形狀而其一邊爲劈開面所圍成。當臺旋轉時，在劈開面上反射之光線亦隨之而轉動，因此，劈開面之地位縱使未曾確定，但其面上之反光已顯然照耀礦物之全部。凡鄰近礦物顆粒之劈開面既然未必能占有同樣之方向，故當臺旋轉之際，各顆粒依次反映光線，顆粒（如方鉛礦集合體之顆粒）之劈開方向不難由其圍面之排列決定之。

又礦物中之包裹物亦在注意之列。包裹物之存在使礦物之色澤極難全面一致，或縱使一致，礦物之屈折指數必局處發生變化。在顯微鏡下若將集光器向下旋轉，則此變

化更爲顯明，因如是凡與管軸成鈍角之光皆被遮斷，以致發生更強之全反射現象，結果，截面上之凹凸更爲明顯，而屈折指數隨處之差別亦更爲彰明。

在顯微鏡下兩礦物間之限界普通係由所示之界線明之，如若該兩礦物之屈折指數相差並非極大，其界線淡黑而細，反之則黑而粗。針狀金紅石因其屈折指數（ n 爲二·七一）與石英之屈折指數（ n 爲一·五四）相差極大，在石英中時能呈黑而且粗之界線。

在礦物中氣體或液體之圓形或角狀包裹物尋常亦得察見。氣體包裹物呈暗而帶闊邊之環，而液體包裹物則呈帶狹邊之環。

第十一章 並行偏光線下之觀察

理想的結晶光學，在本書中以限於篇幅，不能為詳細的敘述。是處所述者無非就其應用之一部分已耳。至欲為詳細的研究，自非另就專書不可。

為惹起並行偏光起見，在顯微鏡中須裝有兩個聶古兒柱。此種顯微鏡特稱曰並行偏光鏡，或直偏光鏡（Orthoskop，圖四二左），其中下聶古兒柱，即所謂偏光器者，祇讓前後振動之光線通過，而上聶古兒柱，即所謂解析器者，祇讓左右振動之光線通過（在多種舊式顯微鏡中，此兩振動方向互相交換）。職是之故，吾人若將解析器插入顯微鏡中，迨載物臺眼孔開後，即發生一黑暗之視野。若在臺上置一玻片，一層坎拿大樹膠，一等軸系結晶薄片，申言之，若置一任何光學的均一體，此情形仍依舊不變，反之，如若置一屬六方系或正方系礦物之縱截片 O （即依 a 軸及 c 軸之截片）於載物臺之上，則從下聶古兒柱上來之光線（帶前後振動方向）當通達截片時，分為兩光線，其中一光線，稱曰

非常光線，係與主軸並行振動，而其他一光線，稱曰常光線，係與主軸正交振動。此兩光線以後在解析器中復相併而依左右之方向振動，並如是而達吾人之眼。由是而觀，凡光學的非均一體之縱截片，當在十字聶古兒柱間時，如若其振動方向不與任何一蜘蛛十字線並行，則發生明朗之視野，但如若與蜘蛛線並行（縱截片前後位置時），則下面之光線通達縱截片時，祇依主軸之方向振動。此光線通達解析器時，以後者祇讓左右振動之光線通過，故完全消滅。又當縱截片左右位置時，凡經過偏光器之偏光，在截片中依與主軸正交之方向（故仍依前後方向）通過，結果，一遇解析器亦依舊消滅。在此二者情形下，皆發生黑暗視野。如若將截片同臺旋轉一週，當主軸之方向每次與蜘蛛絲之方向並行時，即發生黑暗之視野一次。凡如此等呈黑暗之現象，謂之消光（Austlöschung）。

在十字聶古兒柱間，明朗之視野不僅明朗已也，且同時現美麗彩色，即所謂干涉色。是其原理如次：凡在礦物中依兩正交方向振動之兩光線，其速度依光之性質（常光線或非常光線）及其波長而消長。因是，當達解析器時，常光線中之紅光若與非常光線之紅光同相，而常光線中之綠光若與非常光線之綠光反相，則在解析器中合併時，兩紅色

光線互相增強，而兩綠色光線互相消滅，結果礦物現紅色，但若兩紅光之色相不相一致，則或許發生相反之情形，而礦物現綠色。色相之差別自然，截片愈厚時亦愈大，蓋如其中較速之光線有較長之機會先其他同色光線而進行，故在顯微鏡臺上如連續放置厚度逐漸增加之重屈折礦物之截片，則能惹起極有規則的色帶，即所謂干涉色之色帶是，如使石英楔在十字叢古兒間逐漸通過視界，即發生此現象。

但色相之差，因而干涉色之差，不僅依截片之厚度而異，且與光線速度之差亦有關係也。常光線速度與非常光線速度之差，即所謂『重屈折性之強度』者，係隨礦物而異，故即在同厚度之截片間，其在各片中所生之干涉色亦不無差別。一約○·○五耗厚之石英截片發生屬干涉色第一列之純粹白色。

一軸晶截片（即正方系及六方系結晶之截片）其依與主軸正交之方向（故即與光軸正交之方向，因在一軸晶中光軸與主軸一致）截下者，對於偏光不起任何作用，而其性質完全與等軸系結晶同，蓋與主軸（即光軸）正交之任何方向皆呈均一性質也。

在直偏光鏡下應用之一軸晶截片，故概與結晶之主軸並行或斜交。凡投射在此截片上之光線，在截片中分爲非常光線及常光線兩種。非常光線依主軸方向而振動，而常光線則依與此方向正交之方向而振動。在正號結晶中，主軸方向爲振動較速之方向（卽爲較小光學彈性之方向）；在負號晶中，此方向爲振動較慢之方向（卽爲較大光學彈性之方向）。在具等強重屈折性之礦物中，無論其光學性爲正號或負號其偏光色皆同。

在並行偏光線下，特適於測驗一軸晶礦物之光學性。其法將光性已知者之另一礦物薄板（稱曰補助板）插入顯微鏡中。若補助板之較大彈性軸與礦物截片之較大彈性軸一致，又補助板之較小彈性軸與礦物截片之較小彈性軸一致，則在礦物截片中較前進之光在補助板中得有更前進之機會，故用補助板有殆與增厚截片同樣之作用。結果偏光色之等級增高。反之，若補助板之較大彈性軸與礦物截片之較小彈性軸一致，則原來較前進之光線一入補助板中卽不得爲如以前同等之前進，致惹起殆與截片減厚時同樣之情形，結果，偏光色之等級反減低。

本測驗中所用之補助板爲石膏之劈開片。呈長方形。其厚爲 0.055 ，而適足惹起屬第一列紅色之干涉色。其較長之一邊爲振動較速之方向，而較短之一邊爲振動較慢之方向。

測驗時，將石膏板插入上聶古兒柱下之縫隙中。縫隙與上聶古兒柱成四五度之交角，故石膏板之位置適足惹起一紅色之明朗視野，次將與光軸斜交或並行截下之一軸晶切片置在臺上，而使其振動方向（非常光線之振動方向與光軸並行而常光線之振動方向與光軸正交）與十字聶古兒柱之振動方向（即與十字蜘蛛絲）成四五度之交角。當切片在一位置時，若石膏板改現黃色，則發生干涉色等級減低之情形。此後若使切片與臺旋轉 90° ，則發生干涉色等級增高之情形，致石膏板改現藍色。此時若切片之主軸方向係與石膏板之較長一邊並行，則礦物之光學性爲負號。反之，若與之正交，則礦物之光學性爲正號。

然爲分明確定干涉色等級發生增高或低減情形起見，常應用石膏楔。所謂石膏楔者，係由平面長方形石膏劈開片磨成，呈楔形，其兩面各膠以一玻片。楔之較長一邊之方

向爲最大速度之方向，其短邊（即楔口）爲最小速度之方向。試驗時將石膏楔插入。在視野中於是同時現出等級不同之色帶。如楔之干涉色在某一定之處發生等級增高情形，則石膏楔中之最大及最小速度之方向與結晶中之相當方向一致。反之，如若發生干涉色等級低減之情形，則兩者之不相當方向互相一致，以後若將臺旋轉九〇度，則發生與以前相反之現象，如是結晶中最大速度及最小速度之方向乃得證實——石英楔亦有與石膏楔同樣之功用，其一面與其光軸並行而其他一面則與其軸成五度之交角。

在屬斜方晶系、單斜晶系及三斜晶系之結晶中，光線傳播之情形則尤爲複雜，在是等結晶中，有三個互相正交之彈性軸，即最大彈性軸、中間彈性軸及最小彈性軸。每一光線在是等結晶中分爲二線，其振動方向係與三軸中之兩軸並行。以是之故，載物臺每旋轉一週不但縱截面即橫截面亦能惹起四次消光。光軸有兩個。此兩光軸係位在含最大及最小彈性軸之平面內，並互相交錯而成鈍角，及銳角。中間彈性軸係與此光軸面正交，而稱曰光軸法線。光軸之位置係隨色而變（亦依溫度而變），此現象謂之光軸之分散。故所謂光軸角者，有指定其爲分光帶中某一線所惹起之必要，尋常概指由鈉光惹起

者而言，凡具兩光軸之結晶，稱曰二軸晶。

在斜方系礦物中，三個彈性軸係與結晶軸一致，因此，是系礦物之縱截面及橫截面依其兩正交方向皆惹起消光現象。

在單斜系礦物中，祇其正軸與一彈性軸正交，而此彈性軸概為光軸法線，故光軸面係與一斜桌面並行。極偶然時，兩光軸間之鈹等分線與正軸一致。此時光軸面與正桌面斜交，但與斜桌面正交；銳等分線與主軸斜交，但其交錯之角度係隨礦物而異。

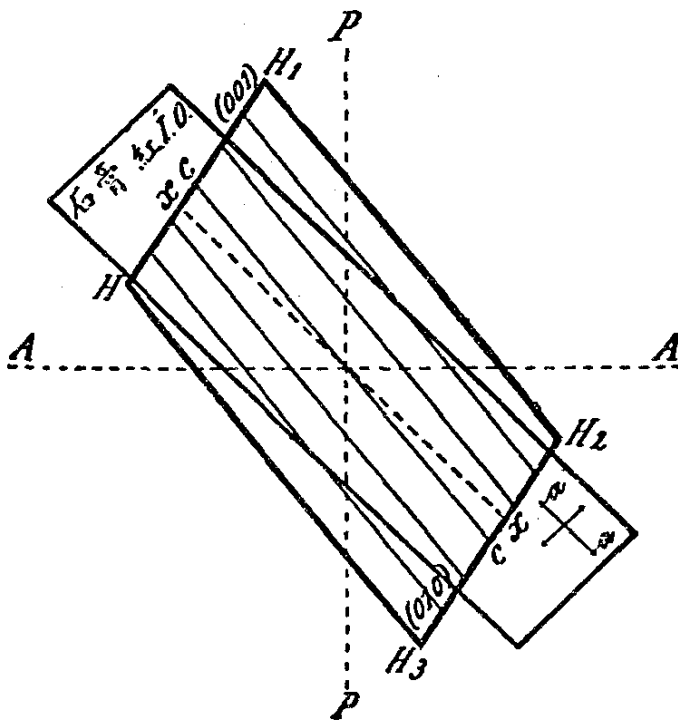
有數屬單斜系之礦物（如綠簾石）係依正軸延長。此種礦物之縱截面之消光方向係與截片之一邊並行（直消光 *Gerade Auslöschung*）。

在三斜晶系礦物中，無一彈性軸與一結晶軸一致。各截片之消光方向概不與截片之一邊並行（斜消光 *Schiefe Auslöschung*），而光軸面之位置與結晶軸面不發生何種關係。

當礦物截片在十字叢古兒間旋動時，完全消光之位置往往頗難決定，而以在重屈折性較弱之礦物中為尤甚，蓋是種礦物截片即在斜角位置時，亦不呈明朗之視界。此時

惟有利用石膏板以決定之。迨石膏板插入後，將截片旋轉，當截片之振動方向將與石膏板之振動方向並行時，石膏約呈固有之第一列紅色。此後若將截片再略許旋轉，則石膏板立刻改現青紅色（礦物光學性正號）或黃紅色（礦物光學性負號），其時截片之振動方向係與石膏板之振動方向一致，故礦物截片之消光位置，即得分明決定，而其與結晶上之方向（如劈開方向）所成之角度可由利用臺邊之分度圈切實決定之。

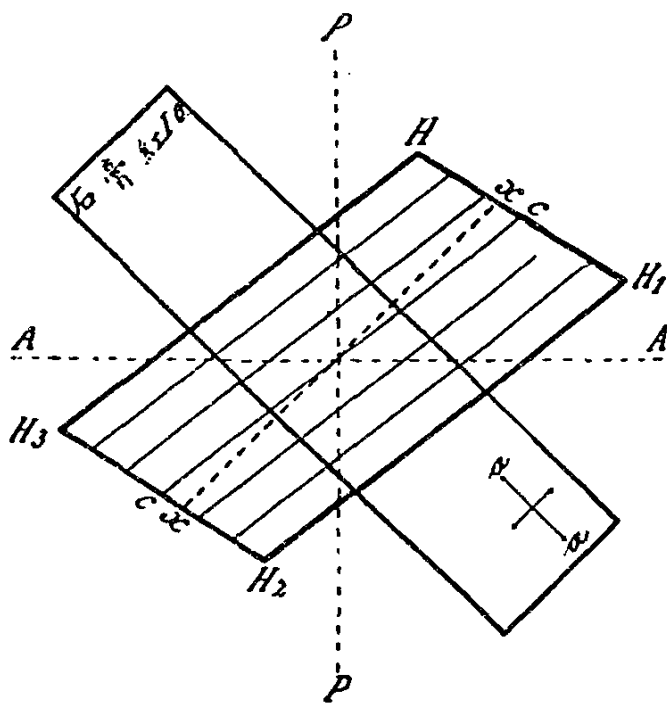
茲舉一例言（圖四一A）： $H_1H_2H_3$ 為普通角閃石之依斜桌面 $\alpha P \alpha$ ， $\{010\}$ 之截片，其中消光位 $\alpha \alpha$ 與柱面劈開之方向成一〇度之交角（柱面劈開之方向係與 H_1H_2 及 H_2H_3 平行，圖中係



(A) 圖 一 十 四 第

以細線表示之，故與垂直軸 ρ 並行。在第四一圖A中，截片向右旋轉至與聶古兒柱之振動方向成四五度之交角。在同圖B中，截片向左旋轉而與振動方向亦成四五度之交角。以後插入現第一列紅色之石膏板，其中振動方向與聶古兒柱之振動方向亦成四五度之交角。石膏板之振動方向是以與普通角閃石結晶之振動方向一致。圖A示干涉色等級減低時之情形，而 ρ 為振動較速之方向，與此正交之方向即為振動較緩之方向。圖B即表示干涉色等級加增時之情形。截片消光之方位係由 x 與 c 間之角度計之。

截片中如若存有雙晶，則亦能在並行偏光下觀察，惟須雙晶中各個晶之振動方向



(B) 圖 一 十 四 第

不互相並行，蓋如是雙晶之各個晶切片在十字聳古兒柱間旋轉時，能呈種種不同之干涉色。雙晶中各個晶振動方向之決定，往往可充作決定雙晶規則時之根據。截片中若含有反覆雙晶者，則在偏光鏡下現明暗之景象。

第十二章 收斂偏光線下之觀察

大多數直偏光鏡經稍稍改動後，即能惹起收斂偏光。其方法，在下聶古兒柱之上再

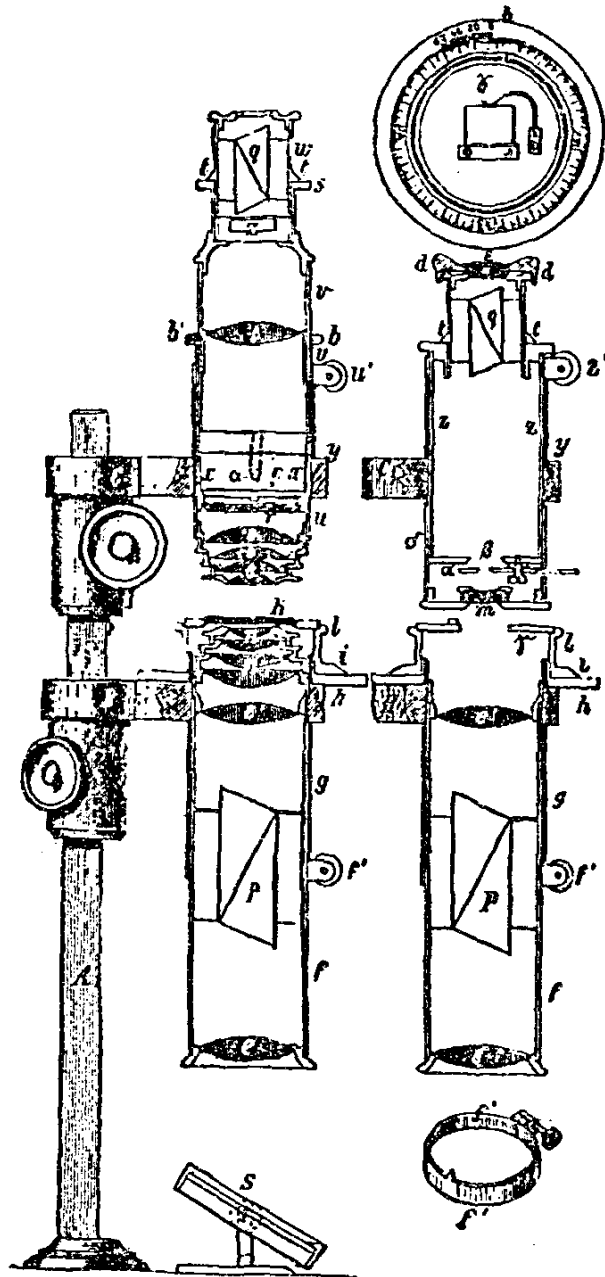
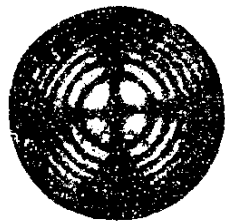


圖 二 十 四 第

在收斂偏光鏡(左圖)中插入集光鏡一組(n)直偏光鏡中之(z)管在收斂偏光鏡中代以(b)管其中亦裝置集光鏡一組(o)及一接物鏡(c)

插入一組集光鏡（ n ），並換上一較強之接物鏡。此後若使接物鏡與切片相接近，縱使與切片成斜角透出之光線亦能為接物鏡所收入，並相會而惹起干涉圈。觀察時須將接眼鏡移去。為放大干涉圈起見，尋常於接物鏡之上，再插入一倍脫藍氏鏡。此種偏光鏡，特稱曰，收斂偏光鏡（Konoskop 圖四二左）。

一軸晶之切片其與光軸正交截下者，用單色光在收斂偏光鏡下觀察時，惹起黑色十字形條帶，其中央點圍有同心狀明環及暗環（圖四三）。用尋常光或白光觀察時，各環皆現色。是種一軸晶干涉圈不因切片旋轉而起變化。



圖三十四第

與光軸斜交或並行截下之一軸晶切片，在同樣情形下，亦惹起干涉圈。但此視野中，干涉圈概偏於一方，其偏斜之甚者，條帶之交錯點不復現見，而祇留條帶之一部分以供觀察。其時同心狀圓環變為橢圓狀曲線。當臺旋轉時，黑色十字形條帶並不變彎曲，但隨載物臺轉動之方向而移動。

二軸晶之切片其能惹起含意味之干涉圈者，惟與一等分線正交截下之一種。當截

片中光線振動之方向與聶古兒柱中之振動方向一致時（此位置謂之尋常位置 *Normalstellung* 圖四四），單色光惹起黑色十字形條帶。其中較狹之條帶連接兩光軸現出點，每點圍有黯環一組，而於每組之外緣，更有橢圓形明環及黯環圍之。在常光或白光下，亦現黑色十字形條帶，但各環皆現色。光軸現出點周圍色環之連續及排列為礦物結晶系之特性，故為區別礦物結晶系之條件。以後若將臺旋轉，則黑色十字形條帶改呈雙曲線狀。在光軸現出點周圍之環仍與前不變。但為雙曲線所正切。當截片中之振動方向與聶古兒柱之振動方向成四五度交角時（此位置謂之雙曲線位置 *Hyperbelstellung* 圖四五），此現象最為分明。

改換單色光即使干涉圈中色環及光軸點之距離亦起變化，但若改換截片之厚度，則祇色環間之距離發生變化。在用補助板以檢驗結晶截片之光學性時，亦因發生加號干涉或負號干涉致環間之距離發生變化，蓋在加號干涉位置時，係與增截片之厚度相當，而在負號干涉位置時，係與減截



圖四十四第



圖五十四第

片之厚度相當。

二軸晶截片之與第一等分線（即等分兩光軸間銳角之方向）斜交截下者，其干涉圈歪斜或當截片厚度達一定程度時，呈屬較高等級之白色。如若與一光軸正交截下者，則環呈圓形或橢圓形而單為一條帶所通過（圖四六）。

在收斂光線下，一種重要之工作為測礦物截片之光學性。其方法如次：

一、一軸晶之截片，其與光軸正交截下者，當在收斂光線下檢查時，須用一塊四分之一波長雲母板。此板係由透明白雲母之劈開片製成。其厚為 $\frac{1}{4} \cdot \lambda$ ，而適足使黃光之兩種光線（常光線及非常光線）之振動惹起四分之一波長之差。此板單獨在十字叢古兒柱間時，現青灰色干涉色，但與截片並用時，急變為鮮紅色或暗青色。其中經指出者之一方向係與光軸面並行，而為速度最小之方向，或為一速度較大之方向。為保護起見，雲母板係用長方形玻片挾住。玻片之較長一邊即與速度較大之方向並行，或即與光軸

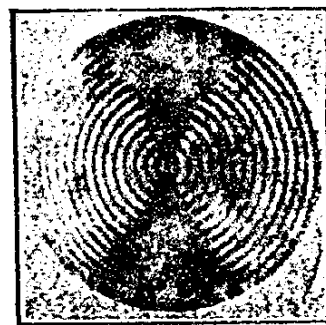


圖 六 十 四 第

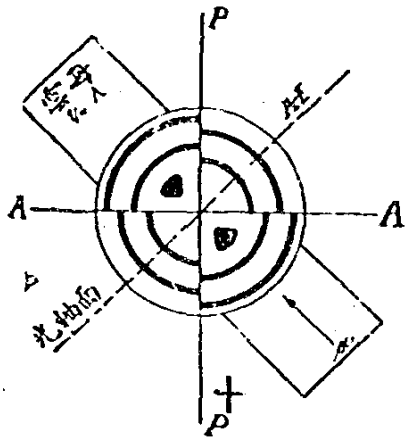
面正交。

當雲母板插入解析器下方之隙縫時，結晶切片之干涉圈即改呈如四七圖或如四八圖之形狀。十字形黯色條帶此時消滅，而為兩暗色斑點所代替。若連接此兩斑點之線為與玻片之較長一邊並行，而因此與雲母板之光軸面相正交（即與速度最小之方向相正交），結晶之光學性為正號（圖四八）；反之，若連接此兩斑點之線係與玻片之較長一邊正交，則結晶之光學性為負號（圖四七）。在正號結晶中，凡在雲母板上之兩部分光環離環心稍遠，而在負號結晶中，此同樣部分離環心較近。在前一情形中，發生加號干涉位置，而在後一情形中，發生負號干涉位置。

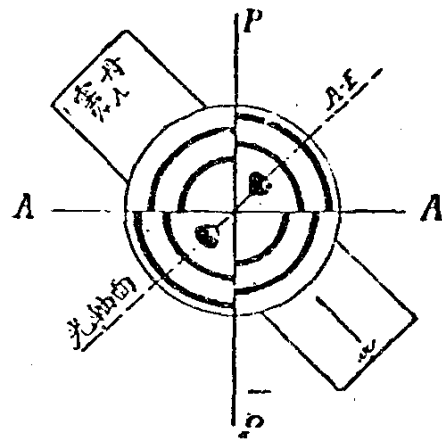
結晶切片若因過薄不能惹起干涉環，則檢查時，通

第十二章 收斂偏光線下之觀察

一百二十九



圖八十四第



圖七十四第

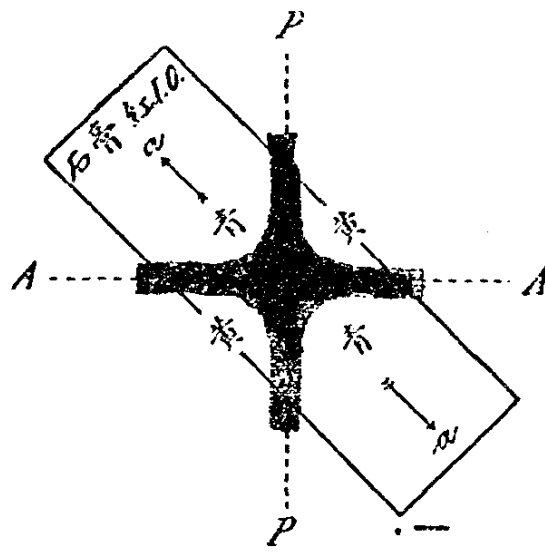


圖 九 十 四 第

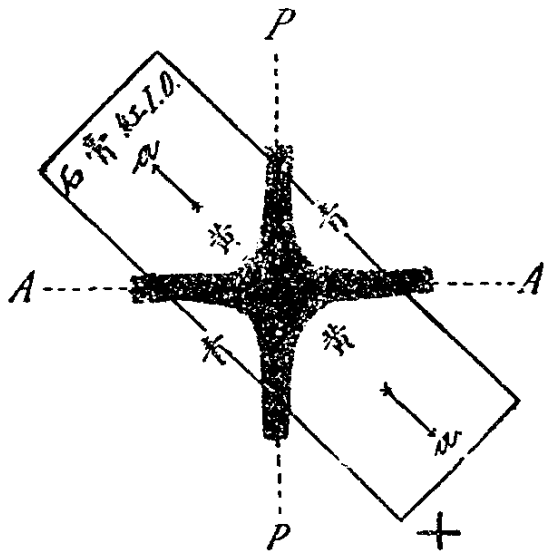


圖 十 五 第

黑色十字形條帶
 帶透石膏板插
 入後即改現紅
 色其四角分別
 現黃色及青色
 其對於石膏板
 振動方向在位
 置上所發生之
 關係即為確定
 光學性正負之
 條件

常以用現第一列紅色之石膏板為佳。迨石膏板插入後，黯色十字形條帶即改現紅色，而其近旁之四分一部份，分別隔現青色視野及黃色視野。若連接青色視野之線與石膏板之較長一邊正交（即石膏板中速度較大之方向），結晶之光學性為正號（圖五〇）；反之，若此線之方向與石膏板之較長一邊並行，則結晶之光學性為負號（圖四九）。

二、在收斂偏光鏡下以測驗二軸晶之光學性時，概用與第一等分線正交之切片，並

以四分之一波長雲母板為補助板。檢驗時將截片放在收斂偏光鏡臺上，並使其光軸面與一聳古兒柱之振動方向並行，此時發生如第四四圖或第四五圖之直交干涉圈。若以後插入四分之一波長雲母板（其光軸面與聳古兒柱之振動方向成四五度之交角），則干涉圈發生變化。凡光學性為正學之結晶其干涉圈變化而如第五二圖；反之，凡為負號之結晶其干涉圈變化而如第五一圖。干涉圈中凡為雲母板之光軸面所通過之兩四分之一部分在正號結晶中發生狹縮情形，而在負號結晶中發生寬展情形。此外黯色斑點亦現見（如在一軸晶中然），在正號晶干涉圈中，其兩斑點係在為雲母板較長方向通過之兩四分一部分中，而在負號晶干涉圈中係在與此方向正交之兩四分一部分中。——若所用之結晶截片係與第二等分線正交，則一反上述

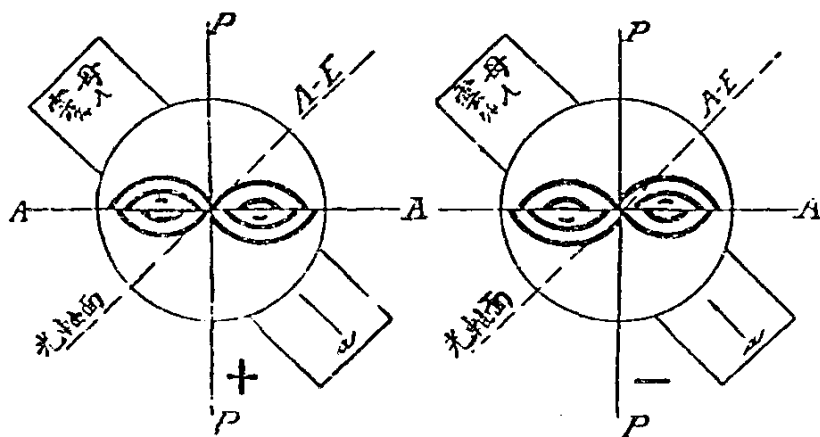


圖 二 十 五 第

圖 一 十 五 第

之現象，第五二圖遂示負軸晶所呈之干涉圈，而第五一圖遂示正軸晶所呈之干涉圈。

然干涉圈依是樣之變化祇在具小光軸角（光軸間之角）之結晶中分明。當檢驗具大光軸角之結晶時，則須用石英楔以代四分一波長雲母板。試驗時先使結晶切片斜交位置，致後者發生黯色雙曲線。嗣後將石英楔緩緩插入，初次使與結晶之光軸面並行，第二次與此面正交。在是二次之一次中，干涉圈曲線當發生寬展情形。如當發生此情形時，石英楔之較長一邊與第二等分線並行，則此第二等分線為速度最大之方向，蓋石英楔之依較長一邊之方向為速度最大之方向，而據理言，此時此兩者之最大速度之方向必相符合。申言之，結晶之光學性必為正號；反之，如干涉圈曲線之寬展係當石英楔之較長一邊與第二等分線正交時發生，則結晶之光學性為負號。

凡極薄或重屈折性極弱之結晶切片皆不能惹起干涉圈，但祇能在收斂偏光下於尋常位置時，惹起黯色十字形條帶。此時則須利用現第一列紅色之石膏板。當石膏板斜交插入時，即發生干涉色等級增高或減低之現象，而與前文第一三〇面所述之情形完全相同；在紅色條帶之左右，亦發現黃色及青色之視野。如若連接青色視野之方向係與

石膏板之較長一邊正交，結晶之光學性為正號（圖五三）；如若並行則為負號（圖五四）。

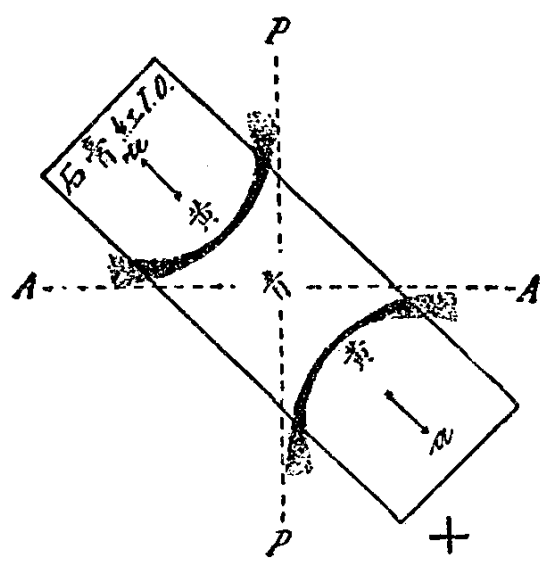


圖 三 十 五 第

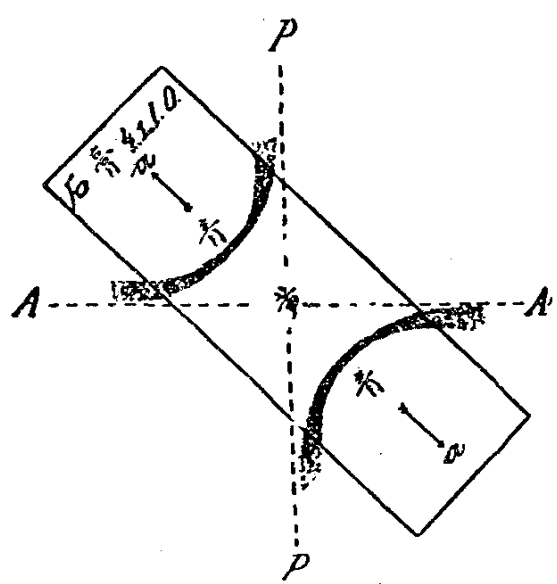


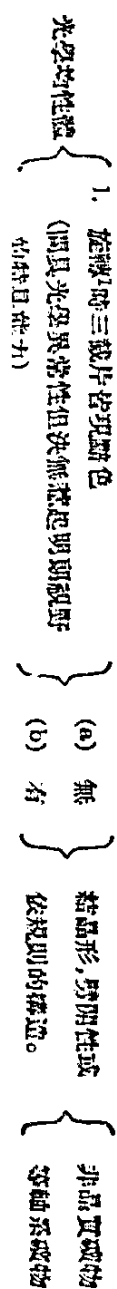
圖 四 十 五 第

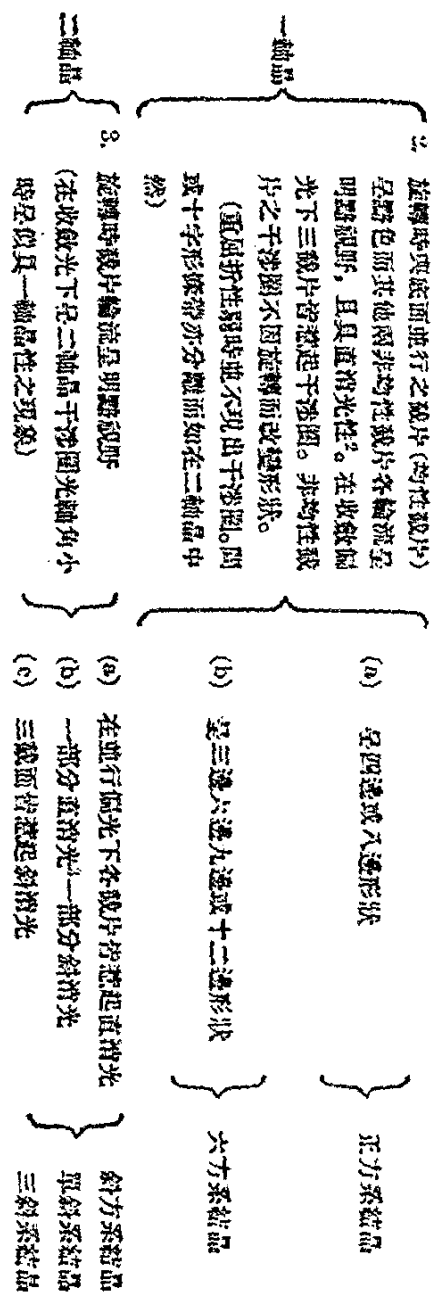
在雙曲線位置時之干涉圖這石膏板插入後其條帶改現紅色其中青色方向與石膏板振動方向所發生之關係即為決定光學性正負之條件

第十三章 結晶系之測定

為精密測定礦物之結晶系起見，須備結晶之三個截面。此三截面之方向務須約略正交，而在斜方系結晶中，最好與三個桌面 $\{100\}$ 、 $\{010\}$ 、 $\{001\}$ 並行；在單斜晶系中，最好與對稱面及與之正交之面並行；又在三斜晶系中，最好與結晶軸面並行。在正方系及六方系礦物中，須有一個與底面 $\{001\}$ 或 $\{00\bar{1}\}$ 並行或近於並行之截面。在切片中礦物截面之方向未必一定，故非檢驗多數切片後，礦物之結晶系往往頗難決定。

下列所示者為前數章討論礦物光學性時所得之結果，而為測定礦物結晶系之張本。





1. 指進行偏光下十字樣古兒柱間在蓋上之旋轉。
2. 指方向與斜晶之一構造方向(如斜晶面一緣邊之方向)進行之消光。
5. 與對稱面正交截下之薄片呈直消光。

第十四章 顯微化學法

在多數情形下，祇有礦物細粒或碎片以供鑑定之用。此時須利用顯微化學法（*mikrochemische Verfahren*）。此方法係以礦物遇試藥並緩緩蒸發時發生特殊之結晶及結晶集合體為根據。試驗時祇須有一微細礦物碎片。又所成之結晶或其集合體係以後放在顯微鏡下鑑定，故有顯微化學法之名稱。

此法係當一八七七年時為波基克氏（*Bohn*）所創。該氏用氫氟硅酸 H_2SiF_6 為惟一之溶液及試藥。當試驗時，先塗一薄層坎拿大樹膠於一底玻片之上，次於其中央點置所試之礦物一粒（最好如針鋒大或芥菜種子大），並於顆粒之上覆以氫氟硅酸一滴。此後若緩緩加熱，使其蒸發，則析出氫硅酸鹽類。此等化合物具有特殊之形狀，但因其微細，故須置在顯微鏡下檢視之。如含鉀者概呈等軸系六面體，含鈉者呈帶底面或雙錐之六方系柱，其含鈣者，呈棒狀形，含鎂者呈菱面體。為保護接物鏡不致因與氟酸或氫氟

硅酸相接觸而被侵蝕起見，尋常於接物鏡之上膠以蓋玻片或雲母劈開片。

與上述之方法相近似者，有倍蘭氏 (Behrens) 之方法。在此方法中，先將礦物研碎，並將碎末置在一白金片上，次加氟酸並加熱使其蒸發，迨乾燥後，復加硫酸並再加熱，使其乾燥，後將殘留重行溶解於水中或鹽酸中，凡在此溶液中結出之鹽類具有特殊之晶形，而足以表明礦物之性質。奧斯霍氏 (Aushofer) 將所試之礦物粉末置在試驗管中用強硫酸溶解，後再研究由是折出之硫酸鹽類。此方法亦能得良好之結果。

斯脫蘭氏 (Steffe) 除用溶解劑外，更用特殊之試藥。其方法，先用溶解劑使礦物溶解，後再用適當之試藥使發生一特性結晶沈澱物。此方法故完全與定性分析相似，而祇有一個差別，是即在定性分析中所注意者為沈澱之性質，而在是處所注意者為由溶液結出之結晶之晶形。

尋常實習時所採用之步驟如次：先將礦物碎片置在一凹玻片上或在一白金小鍋中，並加適當之溶解劑使其溶解而成溶液。次將此溶液用水稀釋，並用毛細吸水管將其分置在數底玻片上（如所用之溶解劑為氟酸，則須分置在白金片上）。茲在各分部上

用白金絲加上一適當之試劑，使析出微細結晶，而後移在顯微鏡下觀察。

以下所述者為各元素之用本方法試驗時所惹起之反應。

至鈹、銻、鎳、鉻、錳、鎢、鋅及其他數元素並無特具顯微化學的反應，故

以用吹管分析法試驗較為適當。

銀 用鹽酸試驗，將沈澱再用鹽酸或礮精溶解。蒸發後發生

$AgCl$ 之細小八面體。

鋁 用硫酸鎂發生硫酸鋁鎂之等軸系結晶（圖

五五。）

金 取錫紙一小片，在底玻片上用鹽酸一滴溶解，

並同時加熱。凡含金之溶液遇此溶液立呈紫色。

鋇 用第一鐵鍍化鉀 (Ferrocyankalium) 發生鮮

黃色菱面體或斜方系聚體。

鈹 鈹礦之鹽酸溶液遇氯化鈷即成屬斜方系之

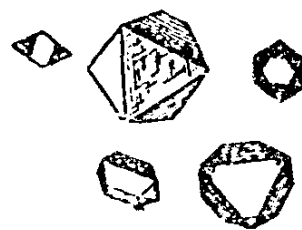
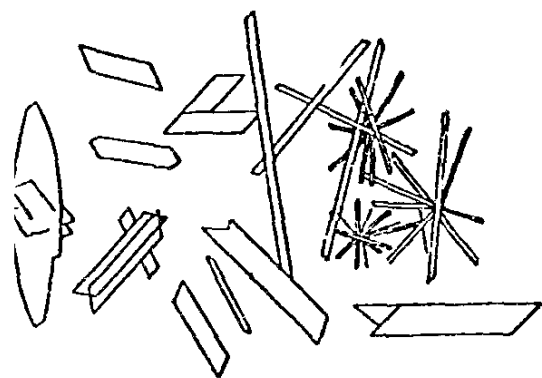


圖 六 十 五 第

大 放 倍 百 二

圖 五 十 五 第

大 放 倍 十 三 百 一

薄板狀結晶或無色六邊形板狀體。

鈣 用硫酸發生石膏之針狀結晶體（圖五六）。

鈷 用亞硝酸鉀並加熱，熱後再加稀薄醋酸。結果發生現黃色之等軸系微晶，往往概呈圓形，即亞硝酸鈷鉀是也。

銅 用多量礮精及第一鐵鍍化鉀少許，發生現特性褐色之沈澱。

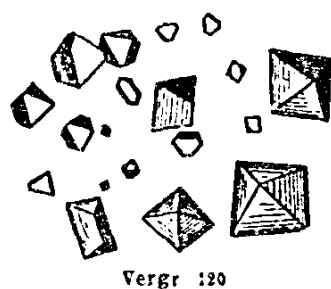
鐵 用第一鐵鍍化鉀或第二鐵鍍化鉀發生青色沈澱。

銻 第一銻鹽遇稀薄硫酸，發生 Hg_2SO_4 之無色斜方系結晶；第二銻鹽遇碘化鉀溶液，發生紅色結晶質沈澱。

鉀 在其鹽酸溶液中，加入氯化鉑一滴，發生 K_2PtCl_6 之暗黃色等軸系結晶及聚體（圖五七）。

鋰 在其稀薄溶液中，加入磷酸鈉，發生細小柱體或針狀體。

鎂 在其溶液中加入礮砂及亞磷酸鈉後，又加入礮精一滴。冷時發生銹磷酸鎂之



第七十五圖
大放倍十二百一

雪晶形針狀集合體；熱時發生扁平骸晶。

鉬 鉬礦附硝石及蘇打在鉬鍋中熔融，後加亞硝酸溶解，加熱後，再加極微量之磷酸鈉，即析出黃色等軸系細晶。

鈉 其溶液蒸發至乾燥後，加入醋酸鈉氧基 Uranylacetate 發生醋酸鈉氧基鈉之鮮黃色四面體及四面體形聚體（圖五八）。

鎳 其溶液加礮精而呈苛性後，再加硫酸鉀，即現玫瑰紅色，但不久即改現褐色。——溶液中如存有鈷分，則必須先除去之。

磷 在其亞硝酸溶液中加入鉬酸銻，發生黃色之八面體形或斜方十二面體形微晶（圖五九）。

鉛 在鉛礦之溶液中加入稀薄鹽酸，發生氯化鉛之針狀或薄板狀柱（呈直消光），或斜方形板體（斜消光），間成骸晶。

鉑 鉑礦之試法如金。含鉑之溶液現深褐紅色。

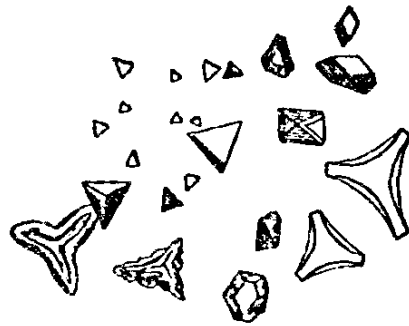


圖 八 十 五 第
大 加 倍 十 五



圖 九 十 五 第

錫 在鹽酸溶液中，第二錫化合物，如遇氯化鉀，即發生 K_2SnCl_6 之等軸系結晶。——如含錫之溶液為第一錫化合物，則須先用亞硝酸以養化之——凡含金屬鋅及氯化鉑之鹽酸溶液皆使含錫之溶液現濃紅褐色。

錒 在錒礦之溶液中，加入草酸，發生帶方角形之板片或作鈍形四面錐。

鈾 在鈾礦之溶液中加蘇打溶液，復加醋酸，發生黃色四面體。

顯微化學法之在另一方面之價值乃在用資鑑定岩石截片上某一定處之一礦物。其法，先將截片上之蓋玻片移開，次加柴魯爾油或輪質，使容易熔融之坎拿大樹膠由溶解而流去，並再滴硬性樹膠於岩片之上。迨樹膠變硬後，將所試之礦物移在顯微鏡下視界之中央部。於此樹膠之薄層上，再覆一蓋玻片。此片帶一漏斗狀洞孔，放時將此片前後或左右移動，使其洞孔適位在某一處之礦物上。嗣後將截片與上面之蓋玻片一并移在一玻璃板上，並用蒸氣由玻板下加熱，使洞孔下之樹膠熔融，並由此孔流出。迨冷卻後，用浸有柴魯爾油或輪質之毛刷刷去塞在洞孔中之樹膠，並用吸水紙揩拭洞孔四周之蓋玻片，後用廓大鏡視察所試之礦物是否完全露現。如若已完全露現，則此時該礦物之

四周已爲坎拿大樹膠所包圍，而凡由洞孔滴下之溶解劑祇能在該礦物上惹起反應。如若所用之溶解劑爲氟酸，則可用帶洞孔之白金片以代玻片。

上述之方法若按步施行，手續頗繁，截片上尋常祇於不受檢驗之處被有坎拿大樹膠，而在受檢驗之處，以樹膠之厚環圍之，使以後用溶解劑檢驗時，溶解劑不致延及他處。

如是所成之溶液以後可用適當之試劑使析出結晶。以供在顯微鏡下檢驗之用。在多數情形下，如在用磷鹽球以檢驗礦物時，受檢驗之礦物有從截片挖下之必要，挖時尋常用一帶細尖峯之針。

加送運費二成

日... 五...

民國二十一年一月二十九日
 敝公司 總務處印刷
 所編譯所書棧房
 設之涵芬樓東方圖書館尙公
 小學 盡付焚如三十
 五載之經營 迭蒙
 各界慰問督望速圖恢復詞意
 懇摯銜感何窮 敝館雖處境艱
 困不敢不勉為其難因將學校
 需用各書先行覆印其他各書
 亦將次第出版惟是圖版裝製
 不能盡如原式事勢所限想荷
 鑒原謹布下忱統祈 垂督
 上海商務印書館謹啓

版 權 所 有 翻 印 必 究

中華民國二十年二月初版
 民國二十二年
 六月印行 第一版

(二二九九)

自然科教學參考書 礦物測驗及截片法

每冊定價大洋柒角

外埠酌加運費匯費 實價

編纂者	杜 若 城
校訂者	杜 亞 泉
發行人	王 雲 五 上海河南路
印刷者	商務印書館 上海河南路
發行所	商務印書館 上海及各埠

四七五〇

35
20144

