

礦物學

張守範編

商務印書館



礦 物 學

張 守 範 編

商 務 印 書 館

礦 物 學

張 守 範 編

★ 版權所有 ★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

〔上海市書刊出版業營業許可證出字第〇二五號〕

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

④(51278)精

開本 850×1168 1/32

印張 34 4/16 插頁 4

1956 年 3 月修訂第 1 版(精裝本)

字數 864,000

1956 年 3 月上海第 1 次印

印數 1—2,500

定價(8) ¥ 5.33

編輯大意

一、本書之編，以克羅斯氏與行特氏 (Kraus and Hunt) 之礦物學 (Mineralogy) 及丹納氏 (Dana) 之礦物學 (A System of Mineralogy) 爲主體，復從其他礦物學及雜誌中擇要摘譯，增加章數，以資研究。

一、本書共分五編，每編復分爲若干章。第一編論結晶學。第二編講礦物之物理性質。第三編序礦物之化學性質。第四編言吹管分析。第五編述礦物各論。

一、本書一切名詞，悉採用最通行者，英文名稱，亦一併列入，以備閱者參考。

一、本書礦物之中文名稱，悉依前編譯館公布之礦物學名詞中所載者而採用之，此外無可考查者亦復不少，其名稱乃由鄙人按其化學成分、形狀及物理性質等而定之，特於名稱右端註以 * 號以示區別，是否有當，願海內明達，加以指導。

一、本書關於地名譯音，已有者固多採用，缺乏者盡出己見，錯誤之處，勢所難免，尙希博學君子，有以匡正之。

一、本書關於各礦之土法治煉，亦多編入，供給留心礦業者一種參考資料。

一、本書之編，係感覺國內各書局所出之礦物學多失之過簡，而對我國各礦產地尤鮮道及，致查閱參考，殊覺不便，乃不揣譾陋，於公餘之暇，東尋西羅，四越寒暑，聊成此編，區區一得之愚，惟識者諒焉。然掛一漏萬，在所難免，深望閱者諸先生，多多指教，則感甚。

一、本書脫稿之初，承南延宗及吾師張清連、張鳴韶、李善棠諸先生悉心校閱，匡正實多，編者感激之餘，用誌數語，以鳴謝悃。

一九三七年五月張守範謹識於河南焦作工學院

重 訂 序

這次參考些蘇聯教材，同時又把我國各礦產狀加進一些，俾閱者對我國資源多所瞭解，不過手裏資料有限，同時也限於個人能力，遺漏地方還恐不少，尙請閱者同志多加指正！

1954年7月

目 次

緒論	1
第一編 結晶學	3
第一章 總論	3
第二章 等軸晶系	11
第三章 六方晶系	23
第四章 正方晶系	38
第五章 斜方晶系	45
第六章 單斜晶系	52
第七章 三斜晶系	58
第八章 複晶	63
第九章 歪晶	69
第十章 假晶	70
第十一章 晶面之形狀	71
第二編 礦物之物理性質	73
第一章 礦物之構造	73
第二章 硬度	78
第三章 比重	79
第四章 熔度	82
第五章 光澤	83
第六章 顏色	85
第七章 條痕	86
第八章 透明度	87
第九章 韌性	87
第十章 斷口	88
第十一章 解理	89
第十二章 裂開	91
第十三章 味	91
第十四章 感覺	92
第十五章 臭	92
第十六章 磁性	93
第十七章 電性	98

第十八章 磷光	94
第十九章 螢光	95
第二十章 折光	95
第二十一章 傳導性	96
第三編 礦物之化學性質	98
第四編 吹管分析	111
第一章 用具	111
第二章 試藥	115
第三章 火焰之構造及用途	119
第四章 試驗	121
第五章 各種重要原質之化學試驗及吹管試驗法	135
第五編 礦物各論	164
礦物之分類法	164
第一章 自然元素	165
第二章 硫化物、硒化物、碲化物、砷化物、銻化物	201
第三章 硫磺鹽類	304
第四章 鹵化物——氯化物、溴化物、碘化物、氟化物	351
第五章 氧化物	385
第六章 碳酸鹽類	477
第七章 矽酸鹽類	529
第八章 鉀酸鹽類、鉀酸鹽類	757
第九章 磷酸鹽類、砷酸鹽類、鉍酸鹽類、鎢酸鹽類	773
第十章 硝酸鹽類、碘酸鹽類等	885
第十一章 硼酸鹽類	891
第十二章 鈾酸鹽類	906
第十三章 硫酸鹽類、鉻酸鹽類	909
第十四章 碲酸鹽類及亞碲酸鹽類、亞砷酸鹽類	981
第十五章 鎢酸鹽類、鉬酸鹽類	983
第十六章 有機酸鹽類	994
第十七章 碳氫化合物	996
附錄	1009
普通礦物之冶煉法	1009
元素名稱、符號、原子量、分子量、比重、熔度及沸度表	1010
礦物分類表	1012
英漢名詞索引	1052
中文名詞索引	1076

緒 論

天地間，萬物紛紜，莫可勝數，統此萬有而類別之，得分爲有機物與無機物兩大概。有機物者，有生亦有死，如動物及植物是也。無機物者，即毫無生活機能，如礦物及岩石是也。

礦物 (Minerals) 礦物爲地殼內外各種岩石及礦石之組成部分，爲具有一定化學成分及物理性質之自然均質體，係在地殼中由各種地質作用形成之產物。大部爲固體，亦有作液體（如自然汞、石油）或氣體（如 CO_2 、 H_2S 等）產出者。

煤炭 (Coal)、琥珀 (Amber)、石油 (Petroleum) 及地瀝青 (Asphaltum) 等，雖原初皆係由生物變化而成，然經時既久，失其原形，且無生活機能，故得稱之爲礦物。

取花崗岩 (Granite) 一片察之，知此岩石乃爲三種不同礦物之集合體，色黑光澤且強者，雲母 (Mica) 也；色白或淡紅不透明者，正長石 (Orthoclase) 也；淡灰或無色，具玻璃光澤而透明者，石英 (Quartz) 也；此三者之硬度、成分、及其他種種性質皆不相同，即花崗岩之質不均一，故花崗岩雖爲構成地殼之物質，然無均質性，非礦物也。

取已磨成薄片之黑曜岩 (Obsidian) 或松脂岩 (Pitchstone) 置顯微鏡下視之，見呈褐色之物質中，雜無數之微小物，此微小物之量因部位之不同而有差異，故知黑曜岩及松脂岩不單無均質性，且無一定之化學成分，不能謂爲礦物也。

煉銅廠內所產之銅，與由黃鐵礦 (Pyrite) 內所煉得之硫，因係由人工製造而非自然產出者，故亦不得稱之爲礦物。

礦物與人生之關係 礦物與人類生活之關係，與動植物同。金、銀、銅、鐵、錫、鉛等爲有用之金屬，盡人皆知，此外如石料類爲建築之材料；

煤炭、石油爲光熱及動力之源；寶石及水晶等用於裝飾，及其他礦物亦莫不各有其應用之途，但不由礦物學以明其性質及產狀等，無從識其應用。

礦物學 礦物學者，乃研究礦物之形狀、性質、成分、種類、成因、分佈、變化及其用途等之科學也。

礦物學之分類 爲研究便利起見，礦物學得分爲下列五部：

1. 結晶學(Crystallography)專論礦物之形狀。
2. 物理礦物學(Physical mineralogy)研究礦物之物理性質。
3. 化學礦物學 (Chemical mineralogy)研究礦物之化學性質。
4. 礦物形態學 (Descriptive mineralogy) 論各礦物之種類、形態、成分、應用及產狀。
5. 礦物鑑別學(Determinative mineralogy)論礦物之鑑定方法者也。

第一編 結晶學

第一章 總論

結晶學之定義(Definition of crystallography) 結晶學者,乃研究晶體之外形,晶面與數學之關係,面角之測定,晶系之分類,晶體之集合,及其他關於結晶諸性質之專門學科也。

晶體之成因(Formation of crystals) 物體結晶生成之原因,不外下列三種:

1. 由於溶液(Solution)析出者 物質溶解於溶液內,後因液體蒸發,或遇溫度降低,則該液體之溶解度自必減小,因之物質之晶體遂漸漸結成而析出。海濱之食鹽,湖邊之礫砂及用鑿、水晶等之晶體皆係若是而成。

2. 由於熔融體(Molten mass)凝結而成者 即受熱熔解之物,因冷卻而凝結者也。火山噴出之熔岩(Lava)遇冷凝固時,往往有晶體生出。石榴子石(Garnet)大半如是而成。又如熔融之硫磺,若冷至熔點以下,即有晶體生出。

3. 由於昇華(Sublimation)而成者 物體因受熱,化為氣體向上蒸發,遇冷物體,即在其上凝成晶體,若是者謂之昇華。火山旁之晶體硫磺,大概若是而成。

晶體(Crystals) 凡據有一定化學成分之物質,在適當環境之下,由液體或氣體,變為固體,內部分子之排列各有定規,外表包圍之平面皆有定向者,悉謂之晶體。然有時物體之外形雖錯雜無規,而內部分子之構造確有一定之規則者,仍得謂之晶體,如方鉛礦(沿互為直角之三方向解理)及方解石(與菱面平行而為解理)之類是也。若具有規則之外形,而內部分子之排列無定者,不得謂之晶體,如玻璃及砂孔雀石等

是也。

晶面 (Crystal faces) 凡具幾何形體之晶體，其所有之面，謂之晶面。

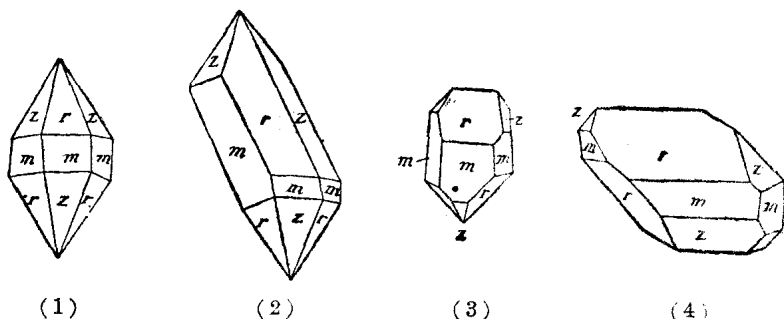
稜 (Edge) 兩晶面相交所成之直線，曰稜，稜之銳鈍，視兩面間角度之大小而定。

隅角 (Solid angle) 三稜以上相會之點，曰隅角。

稜與隅角及晶面之關係 稜之數目等於晶面及隅角之和減2，例如立方體之稜 $=6+8-2=12$ ，八面體之稜 $=8+6-2=12$ ，菱形十二面體之稜 $=12+14-2=24$ ，六方柱體之稜 $=8+12-2=18$ ，餘類推，此為蘇聯科學家彼得堡科學院院士艾列洛所確定之定律。

面角 (Face angle) 晶體上兩晶面間所夾之角，曰面角。

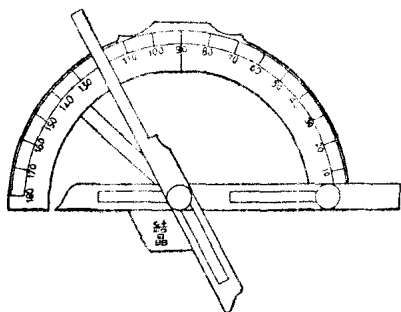
同樣礦物面角不變之定律 (Constancy of the face angle of the same minerals) 同種晶體，必有一定之面角，雖晶體形相，千變萬化，無一同者，然晶面之方向，絕不改變，方向不變，故面與面之交角亦不變，此即所謂面角不變之定律。如水晶之晶形雖種種不同，然測其面角，則知錐面與錐面之角度，必為 $133^{\circ}44'$ ；柱面與柱面之角度，必為 120° ；而錐面與柱面之角度，乃為 $141^{\circ}47'$ 。



水晶之晶體

晶體何以有若是之性質乎？蓋晶體乃由無數微分子，於溶液或氣體中，漸次排列，初以數個之中心為核，依次附加，向外層層疊積，積時既

久，晶形乃成。凡微分子之性質同者，其構造恆同；其構造同者，其生長之方向亦必相同；故面與面之交角，自無不同。惟生長之時，因地位之關係，各方面不能同時向外發展。有一方發展較速，而他方較遲者；亦有全被阻礙，而發育僅止於初基者；於是晶體之面，遂有大小、寬狹、長短；而晶形，亦因以千變萬化矣。

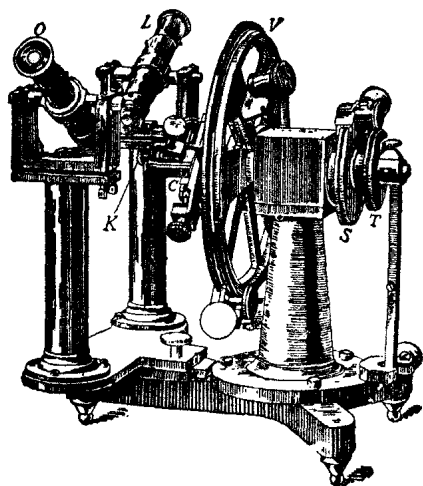


(5) 接觸測角計

測角計(Goniometer) 測量晶

體面角大小之器械，曰測角計。測角計有兩種：

1. 接觸測角計(Contact goniometer) 乃一長方形之厚紙板，上畫分度半圓形，圓心處，有活軸，置一透明膠質之長板，得旋轉自如。半圓上之度數有兩種，均自 0° 至 180° ，其用法，即將膠質板轉動，而以晶體欲測角度之相當兩面，與膠質板及硬紙板之邊緊相接觸。所測之角度，可由半圓上察出。即膠質板上之中線，與半圓上若干度之分線相合，則所測之角即為若干度也。然察得之度數有二，一為該角之本度數，一為該角之補角度數，如圖(5)所示，自左而右者(即內層之記號)，為該角之本度數；自右而左者(即上層之記號)，則為該角之補角。



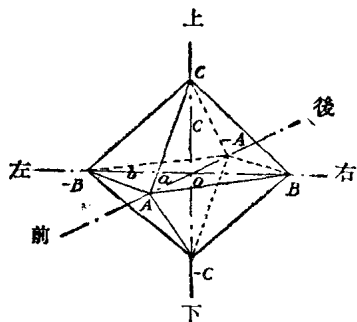
(6) 直立分度圓盤反射測角計

2. 反射測角計 (Reflection goniometer) 此器係利用結晶面之反射光線而測其面角之器械。若礦物之晶面不平滑，且缺少光澤者，不能用此測角計。其形狀如圖(6)。

(C)(K)爲結晶前後左右移動之柄，使兩面間之稜與(V)正交並占迴轉軸延長之位置。(V)分度盤，(I)視準儀，(O)望遠鏡，(T)結晶台迴轉之車輪，(S)結晶台與圓盤共同迴轉之車輪。其原理係以晶體兩面間之稜作迴轉軸，使從一定方向來之光線爲依一定方向之反射，依稜迴轉之角，即爲二面間之補角。

晶軸(Crystal axis) 晶軸者，爲貫通晶體中心之直線，藉以定晶面在空間之位置及方向者也。此線乃非真有，純由想像而設。普通晶軸之選擇及分類法如下：

1. 三軸互相垂直且等長者。
2. 三軸互相垂直，其中二軸等長，他軸不等者。
3. 三軸互相垂直，長短皆不相等者。
4. 三軸中，有兩軸互相垂直，他一軸與前兩軸中一軸垂直與他一軸則斜交者。
5. 三軸皆互相斜交者。
6. 選用四軸，其中三軸在一水平面上互作 60° 之角度相交，他一軸則與前三軸互相垂直。



(7)

標軸(Parameter) 晶軸既定，則無論何種晶面，皆得由其與晶軸交截之距離而定之。例如圖(7) ABC 之面與前後軸交於 A 點，且 $OA=a$ ；與左右軸交於 B 點，且 $OB=b$ ；與上下軸交於 C 點，且 $OC=c$ 。此 a ， b 及 c 即名曰標軸。

軸率(Parameter ratio) 晶面於各軸上所截之距離，皆有一定之比例，如圖(7) ABC 面對於各軸所截之距離爲 $a:b:c$ 是也。此種比例，名曰軸率。

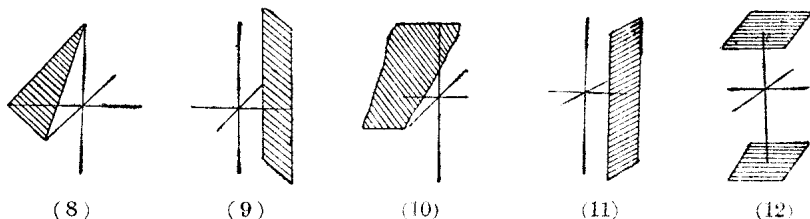
結晶面之種類 結晶面因對晶軸相交之數目不同，得分爲下列四種：

1. 錐面(Pyramidal face) 即與不在一平面內之三晶軸相交之面也,如圖(8)。

2. 柱面(Prismatic face) 晶面之與兩橫軸(即前後軸及左右軸)相交,而與豎軸(上下軸)平行者,曰柱面,如圖(9)。

3. 坡面(Dome) 晶面之與豎軸及一橫軸相交,而與他一橫軸平行者,曰坡面,如圖(10)。

4. 軸面(Axial face) 晶面之僅與一軸相交,而與他兩軸平行者,曰軸面,如圖(11)。軸面之與豎軸相交者曰底軸面,如圖(12)。



晶面之符號(Symbols of crystal faces) 凡表示晶面地位之記號,均名之曰符號。符號之表示法,普通有下列三種:

1. 魏斯氏(Weiss's)符號 即以軸率係數為晶面之符號。例如用 $a:b:c$ 或 $a:a:a$ 或 $a:a:c$ 等表示各晶系之錐面等是也。若晶面之與一軸平行時,則此晶面之標軸數即為無限(∞),其符號為 $\infty a:b:c$,或 $a:\infty b:c$,或 $a:b:\infty c$ 。若僅與一軸相交,而與他兩軸平行者,則其符號為 $\infty a:\infty b:c$ 或 $\infty a:b:\infty c$ 或 $a:\infty b:\infty c$ 。普通晶面與晶軸相交,若較軸率之係數為大或略小時,恆於係數前冠以 n, m, p 等字樣,如 $na:pa:a:mc$ (複六方雙錐體)是也。

2. 那曼氏(Naumann's)符號 此法係以 P 字代表左右軸之單位係數值,而於 P 前附以豎軸之係數值 m , P 後附以前後軸之係數值 n ,故此符號之公式為 mPn 。若 m 或 n 之價值為一單位,則此符號變為 Pn 或 mP 。又若晶面與一晶軸平行,其式為 ∞Pn 或 $mP\infty$,若與二軸平行者,則其式為 $\infty P\infty$ 。若左右軸 P 與晶面平行時,則以前後軸

之係數爲單位，仍以豎軸之係數記 P 之前面， P 表前後軸之單位係數，左右軸之係數記於 P 之後面，如 $nP\infty$ 。 ∞ 者即示與左右軸平行者也。

3. 密樓氏 (Miller's) 符號 係用係數之倒數以表示晶面之位置。此倒數曰指數 (Index)。例如 $ma : nb : pc$ 之晶面，若以密樓氏符號法表之，爲 $\frac{1}{n}, \frac{1}{m}, \frac{1}{p}$ 。若 $\frac{1}{m} = h, \frac{1}{n} = k, \frac{1}{p} = l$ ，則 (hkl) 即爲密樓氏之符號。若此 h, k, l 三指數中有非整數者，則以分母之最小公倍數乘其全體，令皆成爲整數。如魏斯氏符號之 $\frac{3}{2}a : b : 3c$ ，其三係數之倒數爲 $\frac{2}{3}, 1$ ，及 $\frac{1}{3}$ 即爲密樓氏符號之指數，此三指數中，祇一整數，故以 3 乘其全體，得 $(2, 3, 1)$ ，即密樓氏符號。若晶面與晶軸平行者，其軸之係數爲 ∞ ，故其指數爲 $\frac{1}{\infty}$ ，即 0 是也。

對稱定律 (Laws of symmetry) 凡通過晶體中心之平面或直線，而能平分或均等該晶體者，謂之對稱。故對稱有三，其平面曰對稱面 (Symmetry planes)，其直線曰對稱軸 (Symmetry axis)。對稱面與對稱軸相交之點曰對稱心 (Center of symmetry)。

(A) 對稱面 對稱面者，即一假想之平面，通過晶體之中心，平分晶體爲兩半，使此兩半之晶面，稜及隅角等，距此假想平面之距離相等，且在相似位置者也。按對稱面所在之情形，可分爲下列三種：

1. 軸對稱面 (Axial symmetry plane) 即沿晶體之各軸，通過一平面，而能平分或均等該晶體者，曰軸對稱面，如圖(13)。

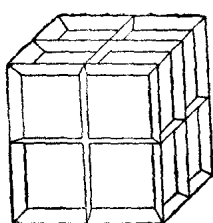
2. 軸間對稱面 (Intermediate symmetry plane) 即於晶體之兩軸間通過一平面，而能使該晶體處相等之地位者，如圖(14)。

3. 對角對稱面 (Diagonal symmetry plane) 於晶面上相對之兩角，通過一平面，而能平分該晶體者，曰對角對稱面，如圖(15)。

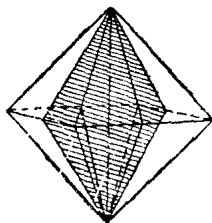
(B) 對稱軸 於晶體內假想通過一線，以此線作爲迴轉軸 (Axis of rotation)，將晶體繞此迴轉軸至一定之角度後，其形狀能與未迴轉前之

形狀相同者，此迴轉軸即稱之曰對稱軸。按對稱軸端所在之情形，可分下列四種：

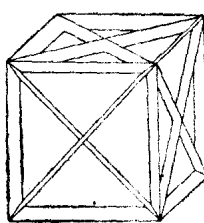
1. 二次對稱軸 (Axis of binary symmetry) 晶體於對稱軸上迴轉 360° 後，其形狀能有兩次與原來之形狀完全相同者，則此軸名曰二次對稱軸。軸端在兩面相交之稜，故又稱之為二面對稱軸。其符號為 $\bullet$ ，如圖(16)。



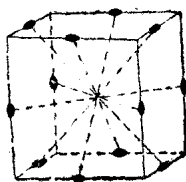
(13)



(14)



(15)



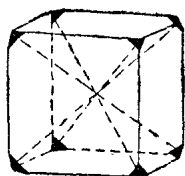
(16)

2. 三次對稱軸 (Axis of trigonal symmetry) 三次對稱軸者，即晶體繞對稱軸 360° 後，能有三次與其原來之形狀相同者也。軸端多在三面相交之尖，故又名之為三面對稱軸。其符號為 $\blacktriangle$ ，如圖(17)。

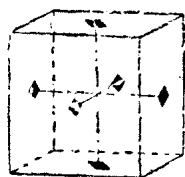
3. 四次對稱軸 (Four-fold axis of symmetry) 即晶體迴轉 360° 後，能與原來之形狀相同者有四次之對稱軸也。軸端多在四邊形之面，故又稱四面對稱軸。其符號為 $\blacklozenge$ ，如圖(18)。

4. 六次對稱軸 (Six-fold axis of symmetry) 晶體繞對稱軸轉 360° 後，能有六次與其原來之形狀相同者，則該對稱軸，稱為六次對稱軸。軸端常在六邊形之面，故亦有稱為六面對稱軸者，其符號為 $\bullet$ ，如圖(19)。

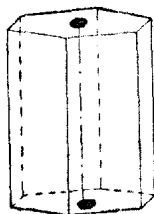
(C) 對稱中心 對稱中心者，即對稱面或對稱軸內之一點，由此點通過一直線，線兩端之晶面、隅角、稜及距此點之距離完全相同。是以有對稱面及對稱軸之晶體，皆有對稱中心。然亦有無對稱面及對稱軸，單有對稱中心者，如屬三斜晶系之晶體是也。圖(20)，即示斜長石對稱中心之兩側，有相似之晶面、隅角及稜等。



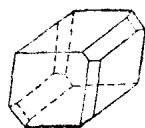
(17)



(18)



(19)



(20)

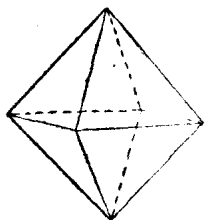
晶體之形狀(Crystal forms) 晶體之形狀，種類不一；然就其大概言之，可分為四種：

1. 全晶形 (Holohedral form) 晶體之完全無缺，且上下同樣者，謂之全晶形晶體。如圖(21)之八面體是也。

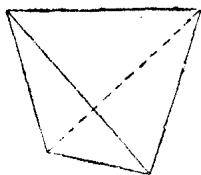
2. 半面像 (Hemihedrism) 晶體之面，因各相對之面，互相發展，而各鄰接之面，被其淹沒，致所成各晶面之數，適為其原晶面數之半，此種晶體，即謂之半面像，如圖(22)。

3. 四半面像 (Tetartohedrism) 四半面像者，即晶體因各晶面互相消長之故，而僅保留其原有晶面四分之一。三斜晶系內之錐體，多成此狀，如圖(23)。

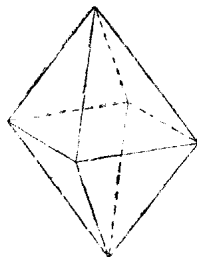
4. 異極像 (Hemimorphism) 缺少其所屬晶系固有之對稱面之一部，晶體兩端所發育之晶面不相同者，曰異極像。六方晶系及斜方晶系之晶體，多成此像。如電氣石及異極礦是也，如圖(24)，(25)。



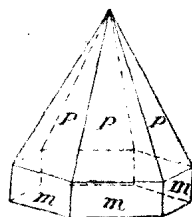
(21)



(22)



(23)



(24)

晶系 (Crystal systems) 由各晶軸位置長短之不同，可分晶體為